

OVER DEN INDEX VOCALIS



Groningen

A. HIDDEMA

OVER DEN INDEX VOCALIS



Digitized by the Internet Archive
in 2026

OVER DEN INDEX VOCALIS

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN
DEN GRAAD VAN **DOCTOR IN DE GENEES-
KUNDE** AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE
GRONINGEN OP GEZAG VAN DEN RECTOR-
MAGNIFICUS DR. J. LINDEBOOM, HOOG-
LEERAAR IN DE FACULTEIT DER GOD-
GELEERDHEID, TEGEN DE BEDENKINGEN
DER FACULTEIT IN HET OPENBAAR TE
VERDEDIGEN OP ZATERDAG 16 JUNI 1928,
DES NAMIDDAGS TE 4 URE, DOOR

ABE HIDDEMA

ARTS

GEBOREN TE DOKKUM



AAN MIJN OUDERS
AAN MIJN VROUW

Het is mij een genoegen om op deze plaats u, Hoogleeraren en Docenten van de geneeskundige faculteiten der Utrechtsche en Groningsche Universiteiten, nog dank te kunnen zeggen voor al hetgeen ik van u heb mogen leeren.

Doch met groote vreugde grijp ik deze gelegenheid aan om u Hooggeleerde BENJAMINS, Hooggeachte Promotor, mijn dankbaarheid voor uw meer dan vriendelijke hulp te kunnen betuigen. Uw uitgebreide kennis en onverwoestbaar optimisme hebben vele moeilijkheden opgelost en het voleindigen van dit proefschrift, mogelijk gemaakt. De maanden, die ik op uw afdeeling heb mogen werken, behooren tot een voor mij onvergetelijken tijd. Met genoegen denk ik terug aan de vele uren, dat u ons inwijdde in de moeilijkheden van de oto-, rhino- en laryngologie, de phonetiek en physiologie. Het meest waardeerde ik uw voortdurende belangstelling in en hulp bij alles, wat uw leerlingen betreft. Dank, ben ik u niet alleen verschuldigd voor uw klinisch onderricht, maar ook voor uw levenslessen, waarvan ik ruimschoots heb kunnen profiteeren.

Zeer erkentelijk voor de uitgebreide hulp, ben ik u, Zeergeleerde PRINS. Uw daadwerkelijke hulp heeft menige moeilijkheid voor mij uit de weg geruimd. Uw uitleggingen waren voor mij in het begin orakeltaal en het geduld waarmee gij dit telkens opnieuw deed, eischt mijn dank.

U Zeergeleerde HUIZINGA en Zeergeleerde NIENHUIS kan ik samen noemen en bedanken, niet alleen voor de hulp, die ik van u mocht genieten, maar ook voor de vriendschap die ik van u heb ondervonden.

De welwillende wijze, waarop u Zeergeachte Mejuffrouw BENJAMINS, een geweldige hoeveelheid werk voor mij verricht hebt, wil ik hier memoreeren en er u nogmaals mijn groote dank voor betuigen.

Geachte VOLCKMANN, uw technische hulp had ik niet kunnen missen en gaarne benut ik deze gelegenheid om mijn erkentelijkheid te betuigen.

Ten slotte wil ik allen, die op eenigerlei wijze medewerkten aan het tot stand komen van dit proefschrift, hartelijk dank zeggen.

INLEIDING.

Reeds lang is het als een bezwaar ondervonden bij de functiebepaling van het oor voor het spraakgehoor, dat men in den regel alleen gebruik kan maken van de fluisterspraak.

Immers voor de luide spraak zou men in de buitenlucht moeten gaan daar geen kliniek of oorarts, nog minder de huisarts over voldoende groote lokalen kan beschikken. Bovendien wordt het ooronderzoek binnenshuis met de luide spraak nog bemoeilijkt door de zich vormende staande golven, met hunne buiken en knopen, die het resultaat zoo ongewis maken.

Voor klinisch onderzoek, en in het bijzonder voor keuringen is nu het al of niet goed verstaan van conversatiespraak van het allergrootste gewicht, terwijl het voor de meeste patienten en in het meerendeel der beroepen vrij onverschillig is of de fluisterspraak goed verstaan wordt.

GRADENIGO (3) vond ook het op de gebruikelijke wijze verrichte onderzoek met de conversatiespraak voor keuringen niet geheel juist en ging in dezen zóóver, dat hij de gehoorscherppte van de patienten of de te onderzoeken personen opnam in eenig rumoer, terwijl ze moesten luisteren met beide ooren en waarbij hun gelaat gericht was naar den onderzoeker. De op deze manier gevonden gehoorscherppte noemde hij den „auditus”.

Men behelpt zich noodgedwongen gewoonlijk met het onderzoek van de fluisterspraak en heeft zich afgevraagd of men uit dit onderzoek conclusies voor de conversatiespraak mag trekken; of juist: of er tusschenbeide een bepaalde vaste verhouding bestaat.

In 1909 op het internationaal otologisch congres te Budapest heeft men aan deze verhouding, op voorstel van GRADENIGO, den naam gegeven van *Index vocalis* en haar als volgt aangeduid :

$$\text{i.v.} = \frac{v}{V}$$

waarin v voorstelt de afstand waarop de fluisterstem gehoord wordt en V hetzelfde voor de conversatiespraak.

Om dezen index vocalis te bepalen, heeft GRADENIGO uit de litteratuur cijfers opgediept van onderzoekingen, die reeds gedaan waren over den afstand waarop de spraak verstaan wordt. Hij vond daarbij merkwaardige dingen b.v. 80 M. voor de fluisterspraak. Dit kwam hoofdzakelijk doordat onderzocht werd in groote overdekte ruimten, of in een laan of tusschen huizen, zoodat de terugkaatsing parten speelde. Andere afwijkingen werden veroorzaakt door atmosferische invloeden. B.v. in Afrika waar de lucht droog is, kan men converseeren op afstanden van 400 M.

TYNDALL vertelt dat hij te midden van de sneeuw op een gletcher instructies aan zijn assistenten kon geven op een afstand van 800 M.

Toen bleek dat uit de litteratuur de index vocalis niet op te stellen was, ging GRADENIGO (3) zelf bepalingen doen.

Na enkele mislukte pogingen gelukte het eindelijk een proef te nemen, die een resultaat gaf, en welke de onderzoeker aldus beschrijft: „In December 1911 in Volpago om 2 uur n.m. op een heldere dag. De bodem week door regen kort te voren. Vlakke grond, op enkele honderden meters afstand een zachte heuvelhelling, op niet grooten afstand eenige lage huizen. Breede met gras begroeide weg, met aan weerszijden velden met enkele bladerlooze boomen. Mijn vrouw sprak, ik luisterde.”

Dan volgen in het oorspronkelijke stuk de resultaten, waarvan ik hier de conclusie meedeel:

index vocalis voor a, e, i, o , $= \frac{15 \text{ à } 20}{100} = \frac{1}{6,6} \text{ à } \frac{1}{5}$ of gemiddeld $\frac{1}{6}$;

index vocalis voor oe $= \frac{5 \text{ à } 6}{80} = \frac{1}{13} \text{ à } \frac{1}{16}$ of gemiddeld $\frac{1}{15}$.

Bij dit onderzoek voor normale ooren bleef het, en het merkwaardig feit dat de oe zich zoo anders gedroeg als de overige klinkers bleef onopgelost. Ook onderzoekingen van anderen hebben dit niet kunnen oplossen, waarover later meer.

Doel van het bewerken van dit proefschrift is nu geweest om nog eens op verschillende wijzen na te gaan hoe zich de index vocalis voor verschillende woorden en klanken verhoudt, te trachten een verklaring te vinden voor de verschillende uitkomsten elders verkregen en te beproeven de methode voor het bepalen van den index vocalis in een voor de praktijk bruikbaren vorm uit te werken.

HOOFDSTUK I.

Literatuuroverzicht.

Over het qualitative en quantitative onderzoek van het gehoororgaan.

INLEIDING.

Alvorens over te gaan tot de bespreking van de literatuur van het onderwerp in engeren zin, dat mij bezig heeft gehouden, wil ik eerst een kort overzicht geven van allerlei onderzoekingsmethoden voor het gehoor, omdat ik later bij het bespreken van mijn eigen onderzoek telkens zaken zal moeten aanroeren, die hierop betrekking hebben.

Zooals bekend is worden de geluiden naar het binnenoor gevoerd, zoowel via het z.gen. geluidsgelidend toestel (oorschelp, gehoorgang, trommelvlies, gehoorbeentjes, ovale venster), als door de beenderen van de schedel heen. Daar ik bij mijn onderzoek uitsluitend te maken heb met den eersten vorm van geluidsoverdracht d.i. die door z.gen. luchtgeleiding, zal ik slechts deze bespreken.

Wij onderscheiden bij het onderzoek van het gehoororgaan hoofdzakelijk de *qualiteit* en de *quantiteit* van het geluid. Men kan het orgaan onderzoeken op den graad van hoorbaarheid van *tonen*, *geruischen* en van de *menschelijke spraak*.

A. ONDERZOEK VAN HET TOONGEHOOR.

Het menschelijk toongehoor beslaat waarschijnlijk maar een klein deel van alle in de natuur voorkomende tonen. Aan de bepaling der grenzen is veel moeite besteed en deze wordt niet door alle onderzoekers gelijk opgegeven. Ook zijn ze niet gedurende het heele leven constant; zoo daalt op volwassen leeftijd de bovengrens geleidelijk en is op ouderen

leeftijd belangrijk lager dan op jeugdigen leeftijd (presbyacosis van ZWAARDEMAKER (16)).

De bovengrens bij volwassenen is $\pm f^7 = 32768$ v.d. en de benedengrens is $\pm A_3 = 13$ v.d.

De heele toonladder wordt verdeeld in vier zônes en wel:

- I. Zône der contraoctaven van benedengrens tot C (64 v.d.)
- II. Zône van het borstregister der menschelijke zangstem van C tot c^2 (512 v.d.)
- III. Zône van de eigen tonen der klinkers van c^2 (512 v.d.) tot fis^4 (2860 v.d.)
- IV. Hooge grenszône: alles boven fis^4 .

Deze indeeling is volgens het leerboek der Physiologie van ZWAARDEMAKER (16). Een andere indeeling is die in bas- en discantzône met a^1 (435 v.d.) als grenstoon tusschen beide. Zooals wij in § 5 van dit hoofdstuk zullen zien, hebben ZWAARDEMAKER en QUIX voor het spraakgehoor een indeeling in 3 zônes gemaakt.

§ 1. *Qualitatief onderzoek.*

Men kan nu het toongehoor onderzoeken met allerlei tonen produceerende instrumenten, waarvan evenwel het handigste zijn stemvorken, orgelpijpen en voor de hoogste tonen het Galtonfluitje, of het door STRUYCKEN verbeterde monochord van SCHULTZE. Men kan daarbij al dan niet van resonatoren gebruik maken. (Het gebruik van een horloge of instrumenten als de acumeter van POLITZER ga ik voorbij, daar deze slechts een enkele zeer hooge toon of hoog geruisch geven.)

Eerst door jarenlange arbeid van physici en oorartsen is het gelukt een reeks belaste stemvorken te construeeren die, bij niet te hard aanslaan, zeer arm aan boventonen zijn en een bepaalde trillingsduur hebben.

De „kontinuïerliche Tonreihe” van BEZOLD-EDELMANN verschaft ons de mogelijkheid van A_3 (13 v.d.) tot $\pm d^7$ (18—20.000 v.d.) te onderzoeken. Het bestaat uit 10 belaste stemvorken, 2 gedekte pijpen, Galton fluitje of monochord.

Wil men de onderzoekingen zeer nauwkeurig doen, dan doet men ze in een geluidsvrij kamertje, zooals Prof. ZWAAR-

DEMAKER dat in Utrecht voor het eerst construeerde. Op deze wijze kan men bepalen welke tonen nog gehoord worden en uit de defecten de zetel van het lijden dikwijls afleiden.

Doch hoe belangrijk dit ook is, de onderzoekende medicus kan er niet mede volstaan. Het gaat er niet alleen om welke tonen worden gehoord, maar ook in welke mate dit geschiedt. Is er behalve een defect in de toonrij ook een afname van de gehoorscherppte? Zoo komen wij tot het quantitatief onderzoek.

§ 2. *Quantitatief onderzoek.*

Hiervoor bestaan talrijke methoden en er is veel energie en tijd aan besteed. Vele methoden hebben kort geleefd en slechts een enkele vond algemeene toepassing en wel de allereenvoudigste n.l. door te bepalen hoe lang een patient een stemvork hoort, vergeleken met een normaal persoon.

Van belang hierbij is, dat men de stemvork constant aanslaat en hiervoor kan men een hamertje op de steel bevestigen. Deze wordt door een veer gespannen en door middel van een palletje op steeds denzelfden afstand van de vork gebracht. Een nadeel van deze stemvork is, dat de veer nogal sterk moet zijn, zoodat de hamer te zwaar op het been van de stemvork neerkomt, terwijl op den duur de spanning in de veer slapper wordt. Trouwens bij deze geheele wijze van onderzoek blijft er steeds één nadeel, en dat is, dat al houdt men de stemvork op de juiste wijze voor het oor, toch de manier van vasthouden invloed heeft op den trillingsduur.

Principieel anders is de methode om de gehoorscherppte te bepalen door, niet te bepalen hoe lang de toon gehoord wordt, maar welke intensiteit deze bezitten moet om gehoord te worden.

De figuren van GRADENIGO.

Zeer eenvoudig is de origineele gedachte van GRADENIGO: op één of beide beenen van een stemvork brengt hij een driehoekje aan. Door de trillingen ontstaan optisch twee driehoeken waarvan de opstaande wanden op een bepaald

punt elkaar kruisen. Op een bijgeplaatst maatje leest men nu bij het kruispunt de amplitude af. Geeft nu de patient aan niet meer te hooren, dan leest men de amplitude af en heeft dan een maat voor de intensiteit waarop die toon gehoord wordt.

Een nadeel is dat bij hooger stemvorken de amplitude zoo klein wordt, dat aflezen niet meer mogelijk is.

STRUYCKEN heeft een verbetering aangebracht door op een stemvorkbeen een zeer klein driehoekje te plaatsen, dat bekeken wordt met een lensje dat op het andere been geplaatst is. Doch ook nu zijn nog niet alle stemvorken binnen bereik van het onderzoek daar slechts tot fis^4 de methode mogelijk is.

ZWAARDEMAKER heeft om deze ook voor het quantitatieve onderzoek te kunnen benutten, een formule vastgesteld (16).

GRADENIGO en STEFANINI (9) construeerden een instrument, waarbij een stemvork aangeslagen wordt door een slinger. De slinger loopt langs een schaalverdeeling en hierop kan men aflezen welke hoog noodig is om een dergelijke kracht aan den slinger te geven, dat de stemvorktoon nog net door het te onderzoeken oor kan worden waargenomen. Op een bijgevoegd lijstje kan men dan het hoorvermogen aflezen, zoodat men in de ziektelijst een cijfer kan invullen en zodoende vaststellen kan of de behandeling succes heeft.

Hadden we hier te doen met een varieerende geluidsbron, anders zijn de volgende toestellen.

PORTMANN (24) schuift een horloge opgehangen aan een lus van gumnislang langs een maatstok heen en weer en kan zoo het gehoor in cijfers uitdrukken. Hierbij wordt echter slechts één hoog geluid waargenomen.

TRÉTROP (10) beschrijft een door hem bedacht toestel dat bestaat uit twee deelen: een constant geluid-produceerend en een te varieeren geluid-overbrengend deel. Het eerste is opgesteld in een of ander willekeurig deel van het huis, het laatste in de spreekkamer. Geluidsbronnen zijn: orgelpijp, stemvork, horloge en de menschelijke stem. Het geluid wordt opgevangen door een microfoon en gaat naar de spreekkamer waar de patient het door een hoofdtelefoon beluistert.

Voordien passeert het evenwel een inductorium, waarmede men door uit- of inschuiven van de secundaire spoel het geluid van intensiteit kan doen wisselen. Op een schaal leest men de gevonden afstanden af, die men vergelijken kan met de waarden gevonden bij een aantal normale personen.

In de beschrijving vond ik niet vermeld of er ook wiskunstig of empirisch nagegaan is welke beteekenis of er aan de op de schaal gevonden maten (in m.M.) gehecht moest worden. De inductie toch neemt niet eenvoudig recht evenredig toe, met het kleiner worden van den afstand der spoelen. Terecht oefent dan ook STEFANINI (12) kritiek op deze wijze van onderzoek uit. Hij heeft o.a. bepaald hoe de E. M. K. in de secundaire spoel in sterkte afneemt bij het wegschuiven ervan.

Hij vond:

Tabel 1.

Afstand van de spoelen in c.M.	Afwijking van den galvano- meterschaal (d).	Intensiteit van den geindu- ceerden stroom ($i = \sqrt{d}$)
1	64	8.00
2	61	7.81
3	53	7.28
4	40	6.32
5	30	5.47
6	18	4.24
7	10	3.16
8	4	2.00

Waarnit men ziet dat de induceerende werking verre van eenvoudig evenredig is. In het volgende Hoofdstuk § 1, b 2, kom ik hierop terug.

Per slot wil ik nog een tweetal acumeters beschrijven door STEFANINI geconstrueerd.

In 1905 (12) publiceerde hij een toestel dat bestaat uit een houten ring waarom een laag windingen van dun geïsoleerd draad. Om deze primaire laag is weer een tweede laag gewonden, die door inductie van de primaire, stroom ont-

vangt, en in welke stroomkring een telefoon is opgenomen.

Door den primairen draad laat men een electrische stroom (van batterijtje) loopen die periodiek onderbroken wordt of door een electromagnetische stemvork of door een electromagnetische onderbreker zooals er in een electrische schel zit. Door de lengte van de veer van dien onderbreker te wijzigen, wijzigt men de toonshoogte in de telefoon. De allerhoogste tonen kunnen zoo niet verkregen worden, daarvoor is als onderbreker noodig een getand raadge van metaal dat door een electromotor meer of minder snel wordt rondgedraaid.

Van de secundaire kring zijn nu achtereenvolgens afgetakt 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, en 200 windingen. Hiermede kan men de intensiteit van het geluid in de telefoon wijzigen.

Een nadeel lijkt mij van dit toestel dat men slechts een beperkt aantal variaties in intensiteit kan geven en ook STEFANINI schijnt dit een bezwaar gevonden te hebben, want in 1920 beschrijft hij (13) een anderen acumeter. Deze bestaat uit twee houten ringen, de eene iets grooter dan de andere, zoodat ze in elkaar kunnen draaien. Beide zijn met dun geïsoleerd draad omwonden. De primaire stroomkring bevat een microfoon en in de secundaire, die zijn stroom uitsluitend door inductie ontvangt, is een telefoon opgenomen.

Door nu den hoek tusschen de beide ringen grooter te maken, wordt het geluid zwakker. Ook kan de intensiteit nog veranderd worden door het aantal windingen te varieeren. In de radiotechniek wordt een dergelijk samenstel van draadringen gebruikt onder den naam variometer. Er bestaat een eenvoudige verhouding tusschen de gehoorde intensiteiten bij verschillende hoeken.

STEFANINI geeft op dat de gehoorscherppte P . voor een bepaalde toon wordt uitgedrukt door $P = \frac{a}{a^1}$, waarin a de hoek

is, waarop de toon, door een normaal oor nog net gehoord wordt en a^1 , die waarop het zieke oor hem nog juist hoort.

Het zou evenwel te ver voeren als ik al de bekende methoden voor geluidsvarieering besprak, slechts op één principe wil ik nog de aandacht vestigen.

GRIESSMANN en SCHAEFFER (39 en 32) nemen n.l. de telefoon op in een nevenstroomkring. Door nu tusschen de aftakkingen van dezen nevenkring, in den hoofdkring meer of minder weerstand in te schakelen, kunnen ze den stroom, die de telefoon bereikt, varieeren.

Met al deze methoden is per slot gebleken dat het menschelijk oor niet voor alle tonen even gevoelig is, voor sommige tonen is er een groote energie noodig om tot een voor ons waarneembare toon te worden, terwijl andere slechts zeer weinig energie behoeven om duidelijk gehoord te worden. Er bestaat dus ook voor het gehoor een „gele vlek” in de toonscala.

Wanneer men van de minima perceptibilia een curve maakt krijgt men een gehoorlijn. Een deel hiervan is hiernaast (fig. 1) vergroot weergegeven, naar de onderzoekingen van MINKEMA en DE GROOT (16).

Men ziet hieruit dat de gevoeligste plek ongeveer bij c^4 ligt.

§ 3. *Audiometers.*

Sedert eenige jaren is er door de Western Electric Cy. in Amerika een toestel „audiometer” genaamd, in den handel gebracht, dat in staat stelt het gehoor kwalitatief en quantitief te bepalen.

Het toestel bevat een geluidsbron die in staat is verschillende tonen te geven en wel van C_2 (16 v.d.) tot c^8 (32768 v.d.), evenwel niet in continu variabele reeks, doch in octaven bij het kleine toestel, dat 8 tonen, en met kortere intervallen bij het groote toestel, dat 24 tonen kan geven.

Verder kan de intensiteit van elke toon gevarieerd worden en wordt de gevonden waarde direct afgelezen in procenten „hearing loss”.

De wetenschappelijke werkers van de Western Electric Cy. hebben de gevoeligheid van het gehoor voor verschillende tonen bepaald en een audigram verkregen van de drempelwaarden voor 8 tonen en wel de octaven van C tot c^5 en de geheele gevoeligheidscurve door interpolatie geteekend.

In fig. 2 zien wij deze curve, waaruit blijkt dat deze Amerikaansche onderzoekers de gevoeligste plek in het gehoor

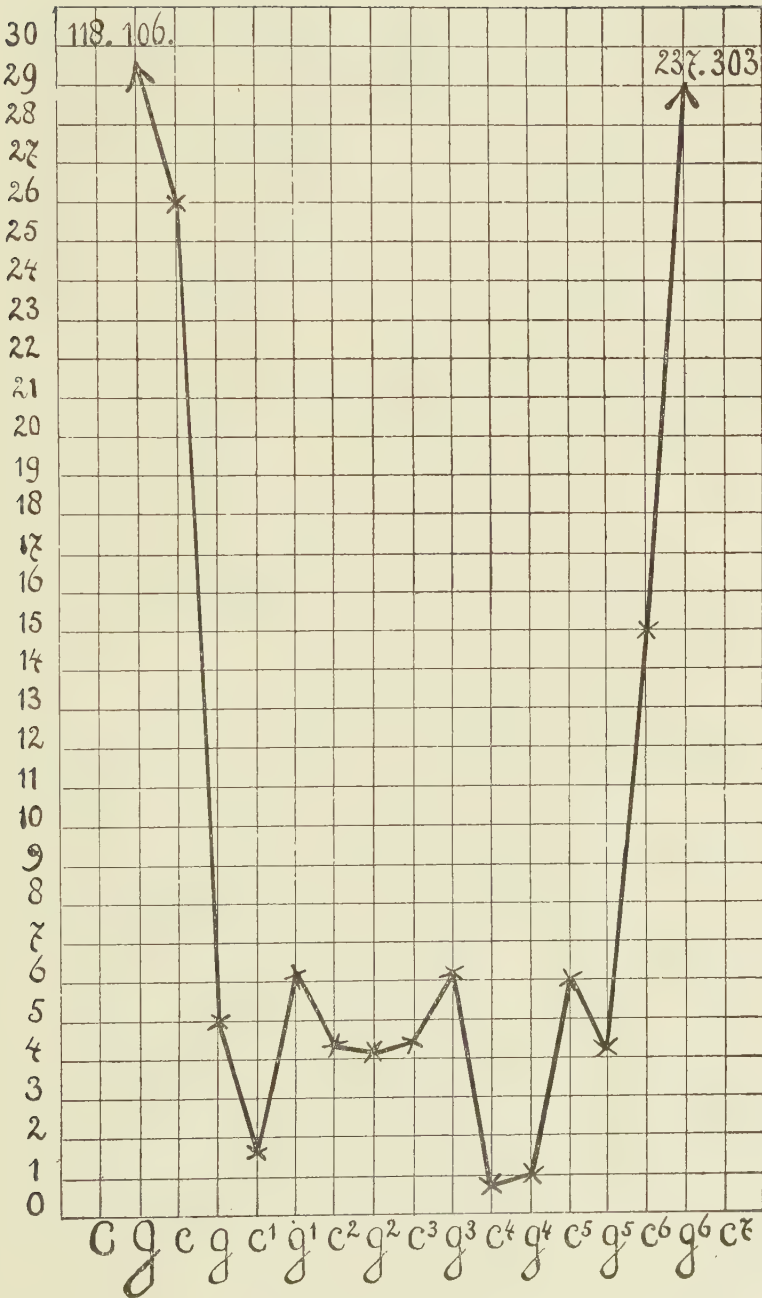


Fig. 1.

evenals DE GROOT, in de streek van C^4 gevonden hebben. Overigens verloopt hunne curve regelmatigiger dan die in het Utrechtsche laboratorium bepaald is.

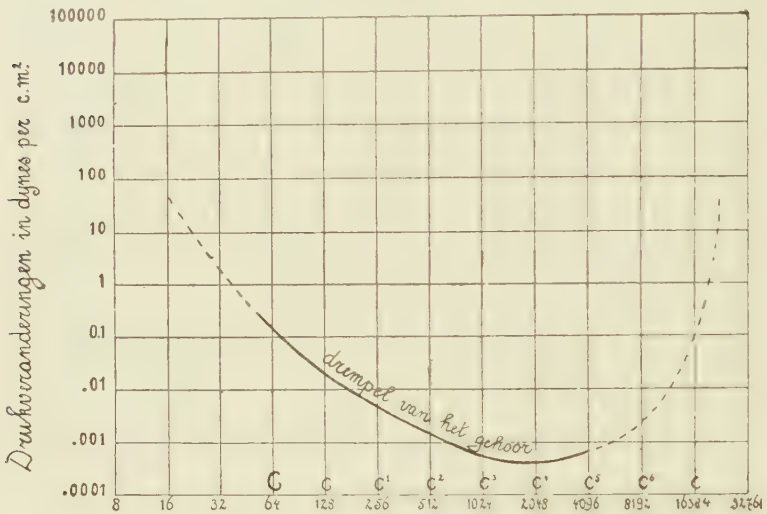


Fig. 2.

Voor het onderzoek van patienten drukt men de waarde met den audiometer direct uit in percenten gehoorverlies (% hearingloss). De bouwers van het toestel geven op, dat de voortgebrachte tonen volkomen zuiver zijn en sinus-krommen geven. Een bezwaar is dat men er slechts enkele tonen mee onderzoeken kan, met octavensprongen, en verder de buitengewoon hooge prijs. Het heeft niet aan pogingen ontbroken ook elders dergelijke audiometers te maken, die op andere principes berusten.

Ik wil er slechts enkele noemen:

BUNCH (29) onderbreekt een electrische stroom door een getand wiel te laten roteeren langs een vaststaand, eveneens getand wiel. Door de rotatiesnelheid te wijzigen kan hij een continu variabele reeks tonen krijgen. Door nu meer of minder weerstand tusschen te schakelen kan men de intensiteit van het geluid dat de telefoon, die de patient beluistert, geeft, wijzigen.

Een voordeel van deze „pitch range audiometer” boven die

van de Western Electric is, dat vrijwel elke gewenschte toon geproduceerd kan worden. Volgens BUNCH zouden de tonen zuiver zijn. Het bovengenoemde finantieele nadeel blijft echter bestaan.

GRIESSMANN (31) heeft met SCHWARZKOPF een toestel geconstrueerd, waarbij hij een wisselstroom kreeg door interferentie van twee door genereerende radiolampen opgewekte, ongedempte elektrische golven. Ook hier een continu variabele toonrij, die evenwel vrij beperkt is. De voortgebrachte tonen zijn echter niet geheel zuiver, doch bevatten een aantal boventonen.

Iets dergelijks construeerden SCHAEFER en GRUSCHKE (32).

Weer iets anders zijn acumeters geconstrueerd door MIÉGEVILLE (17) TERNUS (21) JONES en KUNDSEN (22) en KRANZ (25) waarop ik niet nader zal ingaan.

B. ONDERZOEK VAN HET SPRAAKGEHOOR.

§ 4. *Qualitatief onderzoek.*

In de inleiding heb ik er reeds op gewezen van welk groot belang het onderzoek van het spraakgehoor is. Het eerst heeft O. WOLF, oorarts te Frankfurt am Main dat ingezien (in 1871) en van dien tijd af dateert het onderzoek van het gehoor met de spraak.

Hij deed dat nog weinig systematisch en vond gemiddeld voor de fluisterspraak 18 M. voor normale personen.

Al ras werd opgemerkt dat hierbij vele factoren van invloed zijn en dat onder anderen het intellect een groote rol speelt. Immers vele woorden die voor sommige menschen heel gewoon zijn en dus gemakkelijk herkend worden zijn voor anderen vrij onbekend en wordt daardoor de afstand waarop die woorden „verstaan” worden veel kleiner voor hen. Daarom stelde BEZOLD voor woorden te kiezen die ieder begrijpt en voor elk intellect dezelfde waarde hebben en hij koos voor het onderzoek van het spraakgehoor de getallen.

Doch ook dit bevredigde niet want het eene woord werd beter gehoord dan het andere, „honderd” b.v. veel slechter

dan „zes” en vond dus de eene onderzoeker heel andere waarden als de andere, wat afhing van de gebruikte getallen.

Het zijn de onderzoekingen van ZWAARDEMAKER en QUIX geweest, die hier orde in hebben gebracht. Voor dat ik hun methode ga bespreken is het noodig even een korte uiteenzetting te geven over:

De samenstelling van klinker en medeklinker.

In 1857 heeft DONDERS door het beluisteren van de fluisterspraak bepaalde tonen ontdekt in het vocaalgeluid, die voor elke vocaal verschillend zijn en daarin domineeren.

DONDERS sprak dan ook over „domineerende tonen”.

HELMHOLTZ heeft met resonatoren de klankanalyse van de vocalen verricht. Hij stelde vast, dat van de gezongen toon, de toonhoogte bepaald wordt door een bepaalden grondtoon, die een, naar de individueele stem verschillend getal boven-tonen aanwijst. Een gezongen vocaal heeft behalve de genoemde, van de trillende stembanden afkomstige tonen, nog een bepaalde groep boventonen waarvan de hoogte slechts in betrekkelijken graad afhankelijk is van de hoogte van den grondtoon. Dit wil dus zeggen dat voor een bepaalden klinker, gezongen op verschillende toonhoogten door een bas of door een sopraan, de boventonen, die voor dezen klinker karakteristiek zijn, slechts in geringe mate in hoogte verschillen.

Het ontstaan van de klinkers (en medeklinkers) kan men zich aldus voorstellen: het z.gen. aanzetstuk van de mensche-lijke spraakorganen: de keel, mond, neuskeel- en neusholte vormen een samengestelde resonator, die door de bewegingen der mond- en aangezichtsspieren telkens van vorm veranderen kan. Dit geschiedt zoo, dat voor elke spraakklank een afzonderlijke resonatorvorm ontstaat. Deze kan nu met lucht door een pijpje worden aangeblazen (proef van DONDERS, HENSEN) of wel door lucht van uit de longen bij open stemspleet (fluisterspraak).

Steeds zal men de klinkers kunnen onderscheiden en ze door het gehoor kunnen analyseeren. Als men luid spreekt of zingt, wordt de resonator aangeblazen met lucht die reeds in zekere

periodische trilling verkeert. Welke bijzondere invloed dit heeft zal ik in § 5 nader bespreken. Thans wil ik slechts erop wijzen dat de door de stembanden veroorzaakte toon, gelijk hierboven aangehaald is, slechts uit een grondtoon en een aantal in intensiteit afnemende boventonen bestaat, die op zichzelf geen klinkergeluid geven. Bij operaties in plaatselijke verdooving is dit bij den mensch vast te stellen.

Prof. BENJAMINS vertelde mij, dat hij twee maal in de gelegenheid was tijdens een operatie, waarbij het strottenhoofd naar buiten gebracht werd, den stemtoon te beluisteren. Als de patient daarbij een klinker poogde te zeggen kwam er slechts een vrij mager geluid, waarin niets van een klinker te bekennen was; pas als het strottenhoofd weer naar binnen gebracht was kon de patient een normale letterklank te voorschijn brengen.

Er bestaan vele methoden voor de analyse van klinkers, die ik niet opnoemen zal, terwijl men ook langs velerlei wegen de karakteristieke tonen (formanten) heeft opgespoord.

Merkwaardig is, dat zoowel uit een onderzoek van ZWAARDEMAKER (16) met resonatoren geplaatst voor spiegeltjes van RAYLEIGH-ZWAARDEMAKER, als van BENJAMINS (35—37) met stoffiguren van KUNDT, gebleken is, dat de energetisch sterkste toon niet de formant behoeft te zijn.

Voor de formanten worden door WAGNER (41) de volgende getallen opgegeven:

Tabel 2.

Vocalen: oe en oo	300—500 v.d.
aa	750—1000 v.d.
ä, e, ie, ö, uu, hebben twee formantregionen en wel:	
e (ä)	460 en 2500
ie	320 en 3100
ö	460 en 1750
ü (uu)	320 en 1950

Medeklinkers.

De medeklinkers stijgen van 1035—4140 v.d. resp. *r, k, g, (ch), h, sch, ng, m, n, l, s, t, p*, en wel

Tabel 3.

R	$\pm 1035-2000$	v.d.	M	$\pm 2000-3000$	v.d.
K	$\pm 1050-3000$	"	N	$\pm 1800-3000$	"
Ch (g)	$\pm 1200-1700$	"	L	$\pm 2069-3100$	"
H	$\pm 1200-2100$	"	S	$\pm 2100-4140$	"
Sch	$\pm 1300-2200$	"	P	$\pm 2200-4140$	"
Ng	$\pm 2000-3000$	"			

§ 5. *Quantitatief onderzoek.*

Het quantitatieve onderzoek geschiedt door na te gaan op hoe grooten afstand het gesproken woord gehoord wordt of wel als men een microfoon-telefoon-keten gebruikt (TRETROP, zie blz. 7) hoeveel men het spraakgeluid kan verzwakken om nog gehoord te worden. Men gebruikt bij dit onderzoek hetzij de conversatiespraak of wel de fluisterspraak, en dan nog soms het luide fluisteren of wel het tooneelfluisteren. (Daar het tooneelfluisteren in de praktijk weinig gebruikt wordt en ook voor mijn onderzoek van geen beteekenis is, zal ik niet verder daarover schrijven).

Over het physische verschil tusschen conversatie- en fluisterspraak heb ik reeds in de vorige paragraaf, bij de behandeling van de samenstelling van klinkers en medeklinkers gesproken en erop gewezen dat bij de fluisterspraak de klanken ontstaan door het aanblazen van den multipelen resonator, samengesteld uit keel- en mondhollen enz., door de lucht der longen zonder meer, terwijl bij de luide spraak de aanblaaslucht reeds in periodische trilling verkeert. Thans zal ik nagaan welken invloed de trillingen van den keeltoon kunnen hebben op de spraakklanken. Vooreerst heeft men dan de met groote kracht trillende luchtmassa, die als een soort draaggolf (begrip uit de radio-leer), de door de mondholte toegevoerde tonen voortdraagt, veel verder dan de fluisterspraak reikt. Maar daarnevens zullen deze trillingen, die samengesteld zijn uit grond- en vele boventonen, de mondtönen door resonantie versterken, voor zoover zij er mede overeenstemmen in trillingsgetal. De vraag of naast de harmonische ook nog andere boventonen versterkt

worden, heeft vele onderzoekers bezig gehouden. Thans is wel uitgemaakt, dat slechts harmonische boventonen aanwezig zijn. TRENDLENBURG (40) schrijft „Im Klangbild des vom Mund abgestrahlten Vokalklanges treten keinerlei Frequenzen auf, die nicht ursprünglich im Stimmbandklang enthalten sind; unharmonische Teiltöne sind ausgeschlossen.” De stemtoon zelf komt voor de versterking niet in aanmerking, daar die te laag ligt. Volgens GUTZMANN-PAULSEN heeft de mannenspreekstem den toonomvang van A (106 v.d.) tot e (160 v.d.), dus verlegen van de formanten. Met de boventonen echter staat het anders, gelijk uit onderstaand lijstje blijkt, waarin de trillingsgetallen van grondtoon en boventoon gegeven zijn.

Tabel 4.

Spreek- toon.	1ste bo- ventoon.	2 ^e .	3 ^e .	4 ^e .	5 ^e .	6 ^e .	7 ^e .
A. 106	a 212	e ¹ 320	a ¹ 426	cis ² 548	e ² 640	—	a ² 852
B. 120	b 240	f ¹ 341	b ¹ 480	d ² 576	fis ² 731	—	b ² 960
c. 128	c ¹ 256	g ¹ 384	c ² 512	e ² 640	g ² 775	—	c ³ 1024
d. 144	d ¹ 288	a ¹ 426	d ² 576	fis ² 731	a ² 853	—	d ³ 1152
e. 160	e ¹ 320	b ¹ 480	e ² 640	g ² 775	b ² 960	—	e ³ 1280

Vergelijkt men deze cijfers met de in de vorige paragraaf opgegeven trillingsgetallen der formanten, dan zal men moeten aannemen, dat de *o* en de *oe* door de spreekstem versterkt zullen worden, de *e* en *i* met hun dubbele formanten gedeeltelijk en de *a* nauwelijks.

Daar de formanten der medeklinkers hoog liggen, zullen deze slechts weinig van de resonantie ondervinden, omdat de intensiteit van de boventonen regelmatig afneemt, naar gelang ze hooger liggen dan hun grondtoon.

Voor fluister-, zoowel als voor de conversatiestem, gelden bovendien nog dat de hoorbaarheid wordt beheerscht door:

1. de hoogte van de formanten in verband met de gevoeligheid van het oor voor bepaalde tonen (zie fig. 1 en 2),

2. de fysischè intensiteit der formanten (deze heeft minder invloed dan het onder 1. genoemde),
3. de wijze waarop de klinker naar buiten treedt, (groot verschil tusschen oe en a.).

Thans overgaande tot de praktische bepaling van het quantitatieve spraakgehoor, wil ik in de eerste plaats erop wijzen dat slechts zelden de conversatiespraak daarvoor gebruikt wordt, om redenen in de inleiding van dit proefschrift vermeld. Meestal wordt de luide spraak slechts benut om kwalitatief gehoor te bepalen, bij zeer sterk hardhoorenden, of om doofheid vast te stellen.

Eerst zal ik overgaan tot het bespreken van een zeer belangrijke vooruitgang in het spraakgehoor-onderzoek, die wij danken aan landgenooten.

Isozonale woorden van ZWAARDEMAKER en QUIX. (24).

Uitgaande van de overweging, dat de meeste woorden in hunne klinkers en medeklinkers, formanten met zeer uiteenlopende toonsoogten bevatten, hebben ZWAARDEMAKER en QUIX woorden gezocht, die bestaan uit gelijkwaardige klanken. Zij gebruikten éénlettergrepige woorden, daar hier de lastige klemtoon wegvalt, wat ook het geval is met het raden van het geheele woord, als er een deel van gehoord wordt.

Zij hebben de spraakklanken naar hun toonsoogte in twee hoofdgroepen verdeeld en wel

1. lage klanken — *zôna gravis* — van C—d².
2. hooge klanken — *zôna acuta* — van d²—fis⁴.

De klanken van eenzelfde zone noemden zij *isozonale klanken*.

De spraakklanken van de zona gravis hebben ongeveer dezelfde physiologische intensiteit. ZWAARDEMAKER en QUIX spraken nu van *aequi-intense klanken*. Die in de zona acuta werden weer in tweeën verdeeld.

- a. hooge, middelmatig verdragende klanken,
- b. hooge, zeer verdragende klanken.

Hiernaast gaat het door de onderzoekers samengestelde lijstje.

Draagkracht der spraakklanken en eenlettergrepige aequidistante en isozonale prikkelwoorden.

Tabel 5.

Draagkracht voor fluisterspraak.	Zôna gravis.	Zôna acuta.
10—12 M.	oe, oo, z, w, n, m.	
6 M.	roer, moer, moe, roem, oor, room, oom, worm.	
20—25 M.		i, u, stomme e, ei, au, t, k, f.
14 M.		tik, kiek, kik, tijk, fijt, kijf, hei, tuf, tuk, fout, kout.
30—35 M. 30 M.		aa, ee, s, sch, z. aas, zee, zes, esch.

Het blijkt uit deze gegevens, dat de klinkers en medeklinkers wier formanten in het gevoelige deel van het gehoor liggen, het verst verstaan worden. Dit is gebleken het geval te zijn met spraakklanken met hooge formanten, zoodat de woorden uit de zôna acuta verdere draagkracht hebben dan die uit de zôna gravis.

Andere methoden.

Er zijn aan het stelsel van korte prikkelwoorden bezwaren verbonden n.l. het gering aantal woorden en daardoor gemakkelijk raden als de patient vaker onderzocht wordt.

BÁRÁNY (2) heeft dit trachten te ondervangen door van een éénlettergrepig woord telkens de eerste letter, dan de middelste klank en per slot de eindklank te wisselen. Hij gebruikte dan bovendien zinloze woorden zoodat raden beslist uitgesloten was.

Een groot bezwaar van het gebruik van zinloze woorden is, dat de patienten, zelfs al worden ze van te voren erop gewezen, dat ze alleen zinloze woorden te hooren zullen krijgen en al hebben ze deze goed verstaan, toch niet durven zeggen wat ze gehoord

hebben en steeds probeeren er zinrijke woorden van te maken.

LAMPERT (2) heeft het principe van BĀRÁNY overgenomen, doch daarbij zinrijke woorden gebruikt. Hij heeft voor het Duitsch een aantal woorden bedacht waarvan hij wisselt het „Anlaut”, „Inlaut” en „Auslaut”. Hij geeft eerst reeksen van korte woorden met dezelfde medeklinkers aan begin en eind en wisselende klinker in het midden, dan reeksen met wisselende begin- en later met wisselende eindmedeklinker, bij gelijk blijven van de rest van het woord.

Daarbij heeft hij vastgehouden aan de volgende twee principes :

1. Elk woord moet een begrijpelijke beteekenis hebben voor ieder intellect,
2. Al de samenstellende geluiden moeten een strikt uniforme uitspraak hebben, uitgezonderd de te onderzoeken klank.

In navoring van LAMPERT heeft DAVID NUSSBAUM (11) hetzelfde voor het Engelsch bedacht.

Zelf heb ik enkele groepen voor het Nederlandsch gezocht die hier volgen:

Tabel 6.

1. Klinkerwisseling.

mier	bier	riet
moer	boer	roet
meer	beer	reet
moor	boor	rood
maar	baar	raad

2. Wisseling van voorste medeklinker.

hap	bier	boos	boor	baar	beer
kap	dier	doos	door	daar	heer
lap	kier	koos	koor	raar	keer
nap	lier	hoos	hoor	paar	leer
pap	gier	loos	goor	gaar	meer
rap	fier	moos	voor	vaar	neer
sap	sier	roos		saar	peer
tap	mier	soos	moor	maar	teer
	nier	voos	noor	naar	veer
	pier				zeer

3. Wisseling van de eindmedeklinker.

boef	bof	kaf	boog	kif	maag
boeg	bok	kam	(bowl)	kik	maak
boek	bol	kan	boom	kim	maal
boel	bom	kap	boon	kil	maan
boem	bon	kar	boor	kin	maar
boen	bosch	kas	boos	kip	maas
boer	bot	kat	boot	kit	maat

§ 6. *Over den Index Vocalis.*

In 1908 beveelt POLITZER (28) aan, om de fluisterspraak en de conversatiespraak beide te onderzoeken „weil ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Hörstrecke beider *nicht* besteht, somit aus der Hörfähigkeit für Flüstersprache keinen Schlusz auf die Conversationssprache zu ziehen ist”.

Reeds het volgende jaar evenwel doet GRADENIGO pogingen om die verhouding aan te toonen. Hij doet dat eerst uit de literatuur maar vindt daarin geen bevredigende uitkomsten en per slot gaat hij zelf proeven nemen. In 1911 één onderzoek die een gunstig resultaat oplevert. Hierover heb ik in de inleiding reeds uitgeweid en kan ik thans daarnaar verwijzen. Zooals daarbij aangegeven is, valt de *oe* nog al wat buiten de voor de andere letters gevonden waarden. Een verklaring daarvoor heeft GRADENIGO niet gegeven.

Een zwak punt van de proefneming is dat Mevrouw GRADENIGO daarbij heeft gesproken. Waar de manier van spreken het meest aan fouten onderhevige deel van het heele onderzoek is, is het wenschelijk, daarvoor een eenigszins geoefend onderzoeker te nemen, zoodat we kunnen aannemen, dat de intensiteit waarmee gesproken en gefluisterd wordt, zooveel mogelijk constant is.

Verder heeft GRADENIGO uitsluitend gebruik gemaakt van klinkers. Volgens hem hebben de medeklinkers bij de fluisterspraak slechts weinig minder intensiteit dan bij de conversatiespraak. Later kom ik daarover in mijn conclusies (Hoofdstuk III) terug.

In de literatuur is mij geen andere onderzoeking over den

index vocalis bij normale personen bekend tot ZWAARDEMAKER (27) de proeven van GRADENIGO, met zijn medewerkers overdeed met gebruik maken van het spiegeltje van RALEIGH-ZWAARDEMAKER.

De woorden en klinkers werden zoowel gesproken als gefluisterd en uit den uitslag van het spiegeltje de intensiteitsverhouding van beide berekend. Dit bleek te zijn 1:170 wat omgerekend voor de verhoudingen in de buitenlucht geeft

$$\sqrt{1:170} = \frac{1}{13}.$$

GRADENIGO vond wanneer men het gemiddelde van de uitkomsten neemt $\pm \frac{1}{8}$.

Dat is dus nog al verschillend en te verklaren uit het feit, dat de getallen door GRADENIGO gevonden, physiologische waarden zijn en die van ZWAARDEMAKER physische.

Dit is zonder meer duidelijk, immers het physisch krachtigste woord behoeft niet het best gehoord te worden. De woorden tik en kou geven met het spiegeltje geweldige uitslagen zonder zoo buitengewoon ver verstaan te worden, terwijl aas, zee, zes veel verder verstaan worden, zonder zulke groote spiegeluitslagen te geven.

Ook over den pathologische index vocalis heb ik slechts spaarzame gegevens kunnen vinden.

BRUCH (20) heeft opgemerkt, dat soms de fluisterspraak niet alleen relatief, doch ook wel eens absoluut beter gehoord wordt dan de conversatiespraak.

VEIS (4) wijst, aan de hand van een aantal patienten, op de noodzakelijkheid om, behalve de fluisterspraak, ook de conversatiespraak op te nemen. Dikwijls toch gebeurt het, dat in den loop van een behandeling de patient beweert dat hij beter hoort en de medicus die alleen onderzoekt met de fluisterstem daarvan niets kan constateeren. De conversatiespraak wordt door den patient dan beter verstaan en waar de fluisterspraak voor hem bijzaak is, vindt hij baat, waar de medicus geen verbetering kan vaststellen.

VEIS demonstreert dan een aantal gevallen waar hij voortdurend den index vocalis opnam en komt tot de volgende conclusies:

bij lijders aan otosclerose en vele gevallen van genezen middenoor ontsteking wordt de index vocalis grooter, bij nerveuze doofheid en exsudatieve middenoorprocessen kleiner.

Hij tracht dit theoretisch te verklaren en neemt aan, dat de fluisterspraak hogere formanten heeft dan de conversatiespraak. Hierbij verwaarloost hij evenwel de bekende gegevens over het wezen van de spraak.

HOOFDSTUK II.

Eigen onderzoek.

De beste wijze van bepalen van den index vocalis is die welke in de buitenlucht geschiedt en waarvoor GRADENIGO de voorwaarden heeft aangegeven. Wij zullen hieronder zien, dat ook binnenskamers de index vocalis is te bepalen, mits men daarbij gebruik maakt van een hierna te noemen hulpmiddel. Ik zal thans de door mij gevolgde methoden en daarna de daarmede verkregen uitkomsten beschrijven.

§ 1. *Methodiek.*

A. ONDERZOEK IN DE BUITENLUCHT.

Hiervoor werden verschillende terreinen gebruikt. Eisch was dat het er zooveel mogelijk rustig was en er geen gelegenheid voor het ontstaan van terugkaatsing bestond. Er werd dus een terrein gezocht waarvan de bodem bedekt was met gras of heide, terwijl huizen of boomen pas op eenige honderden meters afstand aanwezig waren. Ook werd er op gelet, dat tijdens het onderzoek zooveel mogelijk windstilte heerschte, terwijl gezorgd werd dat de windrichting dwars stond op de richting waarin het onderzoek geschiedde. De proef ging dan als volgt. De te onderzoeken persoon, (waarvan eerst bepaald werd of het gehoor normaal was, door van hem in een lang vertrek in de Otologische kliniek te Groningen, den afstand, waarop voor fluisterspraak de woorden uit de baszone gehoord werden na te gaan), werd geplaatst met één oor in de onderzoeksrichting. Het andere oor hield hij zelf met een vinger dicht.

De onderzoeker begon dan vlak bij de proefpersoon met de baszone, hij wisselde hiervan de woorden, doch bepaalde den afstand voor ieder woord afzonderlijk. Geleidelijk werd

de afstand vergroot tot het woord, waar het om ging, niet meer verstaan werd. Daarna nam men een woord uit een zône, die op grooteren afstand verstaanbaar is, om te zien of de aandacht niet afgeleid was. Gaf de proefpersoon dat goed weer, dan ging men weer naar de proefpersoon toe, tot het woord, waarvan men den afstand wilde weten, weer goed aangegeven werd.

Om vergissingen uit te sluiten, en zooals gebleken is, om snel te onderzoeken, is het van belang de proefpersoon goed uit te leggen waar het om gaat en hem ter dege op het hart te drukken, niet naar het woord te raden, doch alleen antwoord te geven als het werkelijk verstaan is.

Was op deze wijze de afstand gevonden, waarop nog juist een bepaald woord of een bepaalde klinker verstaan werd, dan werd op die plaats een vlaggetje in den grond gestoken, nadat op het vlaggetje de letter of het woord geschreven was. Later werd die afstand uitgemeten en genoteerd.

Dit werd voor elk woord of klinker, voor fluister- en conversatiespraak 3 keer gedaan. Natuurlijk werd daarbij zooveel mogelijk gelet op het met gelijke kracht uitspreken van de woorden of klinkers, waarbij dan de bekende regelen hiervoor in acht genomen werden. Voor conversatiespraak werd de gemiddelde sterkte van spreken bij het gewone huiselijke verkeer gekozen.

Reeds GRADENIGO (3) wees er op dat men voor vermoeidheid op moet passen. Wij onderbraken dan ook telkens even en maakten dien tijd ten nutte, door dan de afstanden op te meten.

Om buiten de rustpoozen veel langer dan één uur te spreken of te luisteren is niet aan te raden. Daardoor is het niet mogelijk in één keer alles door te nemen. Men kan het ook zonder bezwaar in verschillende keeren doen, alleen moet men er rekening mee houden dat de omstandigheden, in ons wisselend klimaat dan anders kunnen zijn. De wind is misschien iets krachtiger, de vochtigheid van de lucht of van den grond is veranderd, er kunnen een paar blaffende honden bijgekomen zijn etc. Fouten daaruit voortkomende kan men gemakkelijk vermijden door steeds een volledigen index vocalis te onder-

zoeken, d. w. z. heeft men de waarde van bepaalde woorden of klinkers voor de fluisterspraak gevonden, dan bepaalt men onmiddellijk daarop hetzelfde voor de conversatiespraak.

Terreinen, waar absoluut geen lawaai is, zijn in de nabijheid van een stad niet te vinden. Nu eens is er een hond, die het noodig vindt van zijn aanwezigheid blijk te geven, dan weer voeren de gezamenlijke viervoetige buurtgenooten een luidruchtige conversatie. Na eenige oogenblikken raakt men aan dit verwijderde geluid gewend en is men voldoende geadapteerd, om uit al die geluiden de stem van den onderzoeker te herkennen.

Ook als er in de verte een motorrijder of auto voorbij snort of een ratelende melkkar over den weg rijdt, wordt de aandacht afgeleid en moet men even stoppen. Op den duur went men ook aan deze geluiden. Slechts als men met het onderzoek in de buurt van drempelwaarden gekomen is, werkt het vertegedruisch zoo storend, dat men in herhalingen vervallen moet.

In § 2 is telkens opgegeven op welk terrein en onder welke omstandigheden een bepaald onderzoek verricht is, ik zal dus hier niet in bijzonderheden treden en overgaan tot de beschrijving van:

B. HET ONDERZOEK BINNENSHUIS.

1. *Contrôle met de fluisterpraak.*

In de polikliniek van de Afdeeling voor Oto-rhino en laryngologie te Groningen is een ruimte die ± 14 M. lang is. De wanden zijn van steen en hout de vloer is met linoleum bedekt. De meubeleering bestaat uit verscheidene tafeltjes, onderzoekstoelen en krukjes, die tegen de wanden aan gerangschikt zijn. Hier bepaalden wij eerst voor het oor dat wij wilden gebruiken, bij de waarneming met het later te beschrijven toestel, den afstand waarop de fluisterspraak gehoord werd. Wij konden daarvoor feitelijk alleen de woorden van de baszone gebruiken daar die der andere zones door het normale oor op meer dan 14 M. gehoord worden.

Dit had een tweeledig doel, ten eerste bleek dan of de gehoorscherppte normaal was, en ten tweede kreeg men een

resultaat, dat vergeleken kon worden met de aan het toestel verkregen uitkomsten, en kon men zoo ongeveer zeggen waarmede de waarden met het toestel verkregen, overeenkwamen.

2. *Het microfoon-telefoon-toestel.*

Nadat eerst enkele toestellen beproefd waren, die niet geheel aan het doel beantwoorden, werd tenslotte een methode aangewend, die veel gelijk op de in Hoofdstuk I, § 2 beschreven methode van TRÉTROP. Deze methode werd door Prof. BENJAMINS zoodanig gewijzigd, dat het toestel voor wetenschappelijke ijking geschikt werd, zooals hieronder zal blijken.

Zooals wij vroeger zagen berust de methode van TRÉTROP op dit principe, dat men een bepaald geluid naar het oor van de proefpersoon overbrengt door een microfoon-telefoon-keten, waarin een inductieklos ingelascht is. Door de secundaire spoel van deze klos van de primaire te verwijderen, maakt men het geluid in de telefoon zwakker. Tenslotte wordt de drempel van hoorbaarheid bereikt en kan men den afstand aflezen waarover de secundaire spoel verplaatst is. De door STEPHANINI tegen deze wijze van geluidsverzwakking ingebrachte bezwaren heb ik reeds in het vorig hoofdstuk besproken, thans wil ik eraan toevoegen, dat het gebruik van een gewoon inductorium zich niet leent voor physische ijking van het instrument door het niet te vermijden optreden van lekstroomen, waarover hieronder meer.

De door Prof. BENJAMINS aangegeven proefopstelling is de volgende:

Er is dus gebruikt een microfoon-telefoon-keten, waartusschen het geluidsverzwakkingstoestel geschakeld is. Microfoon en verzwakkingstoestel zijn in het vertrek zóó opgesteld, dat de onderzoeker de geluidsverzwakking gemakkelijk met één hand kan uitvoeren.

De telefoon is in een andere kamer geplaatst, die van de eerste gescheiden is door een gang. Voor de deuren van de beide vertrekken zijn gordijnen aangebracht, en verder zijn er vlak bij de microfoon stukken vilt zoodanig bevestigd, dat de spraakgeluiden zooveel mogelijk gedempt worden b.v. een

dik stuk op $\pm \frac{1}{2}$ M. tegenover den mond van den onderzoeker. Behalve dat op deze wijze het ontstaan van buiken en knoopen vrijwel onmogelijk gemaakt werd, werd geluidsoverdracht van het eene vertrek naar het andere er ook mede bemoeilijkt. Ik leerde spoedig de gemakkelijheid kennen waarmede het gesproken woord door muren en gangen dringt, vooral als het stil is. Sommige woorden b.v. „tik” hebben een groot door-dringsvermogen.

Ik geef nu eerst een beschrijving van het toestel en zal later nauwkeurig de maten, ijkingen enz. opgeven.

De microfoon is aan den wand van een houten kastje niet verplaatsbaar bevestigd. Hierdoor is vermeden dat door be-

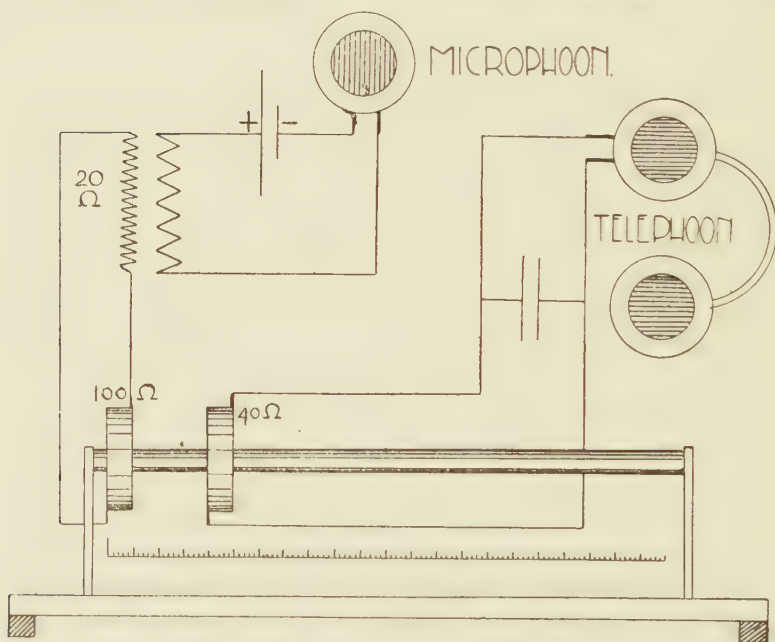


Fig. 3.

wegen van de microfoon er een verschuiving van de kooldeeltjes plaats vindt, die de gevoeligheid belangrijk doet wisselen. Door middel van een paar in gummibuis gestoken, licht omgebogen platte ijzeren staven, is een steun voor het hoofd

aangebracht, zoodat de afstand van den mond van den onderzoeker tot de microfoon steeds gelijk blijft.

De opstelling is zóó, dat er telkens *langs* de microfoon gesproken wordt en niet, zooals in het dagelijksche leven, in de microfoon. De microfoonstroom wordt geleverd door een 2-volts accu. De door het spreken opgewekte stroomwisselingen gaan nu eerst door een gewoon inductieklosje, zooals in de telephonie gebruikelijk is, en waarin de spanning omhoog gevoerd wordt. De secundaire draden van dit klosje gaan naar de primaire spoel van het verzwakkingstoestel. Tegenover deze primaire spoel is een secundaire spoel geplaatst, van volkomen gelijke doorsnede, die met de telefoon verbonden is. De beide spoelen zijn over een ronde stok verschuifbaar; hoe verder de twee spoelen van elkaar afkomen, hoe zwakker de inductiestroomen en hoe zwakker het telefoongeluid.

De primaire spoel heb ik steeds vastgezet en veranderingen gekregen door de secundaire over den stok te verschuiven. De stroomstooten in de primaire spoel worden geïnduceerd op de tweede en gaan van deze naar de telefoon in het andere vertrek. Ter verbetering van het telefoon-geluid is in de keten van deze laatste een condensatortje, zooals gebruikt wordt in de radio-telephonie, parallel ingeschakeld.

Het geluid in de telefoon wordt nu door de proefpersoon beluisterd. De telefoon is geplaatst in een koptelefoonhouder en om de beengleiding te voorkomen, is er om de telefoon een gummisponsbedekking aangebracht, zooals door de radio-amateurs gebruikt wordt.

Het andere oor wordt afgesloten, door een niet aangesloten telefoon, eveneens met gummisponsbedekking.

Tusschen dit oor en sponsje is nog een klein kussentje geplaatst. Verschillende proefpersonen stopte ik bovendien nog een wattenprop in de uitwendige gehoorgang van deze niet onderzochte zijde. De beugel van de telefoon rust ook op een kussentje, alweer om beengleiding uit te sluiten.

Met dit toestel heb ik hoofdzakelijk normale proefpersonen, doch slechts een klein aantal hardhoorenden kunnen onderzoeken, omdat het spraakgeluid en vooral de fluisterstem niet

krachtig genoeg overgebracht wordt. Dit lijkt vreemd, daar vooral middenoordooven vaak nog goed telephoneeren kunnen, terwijl zij niet in staat zijn een gewoon gesprek te volgen. Daarbij speelt echter de beengleiding een rol, die wij, zooals wij boven zagen, uitschakelden. Bij de meeste hardhoorenden heb ik daarom een tweelamps-geluidsversterker, zooals in de radio-techniek gebruikelijk is, gebruikt en wel vóór de primaire spoel ingeschakeld. Voor normaalhoorenden was het geluid hierbij te fors en onze stok te kort om het geheel weg te krijgen. Bij hardhoorenden voldeed deze versterking zeer goed.

De gehoorde woorden worden door de proefpersonen nagezegd in een microfoon en gaan door een gewone verbinding naar een telefoon, vlak bij het oor van den onderzoeker.

Het onderzoek gaat nu als volgt: eerst wordt de proefpersoon uitgelegd wat er gaat gebeuren en wat er van hem verlangd wordt. Dit is een kleine moeite en voor de proefpersoon prettig en zooals mij door ervaring gebleken is, zeer tijdsbesparend. Bij personen uit de bevolkingsgroepen, die niet met de telefoon in aanraking komen, is zelfs eenige oefening zeer noodig, daar zij anders in het geheel niet in staat zijn den onderzoeker te volgen.

Dan gaat de proefpersoon in het voor hem bestemde kamertje zitten en zet de telefoon op. Er worden dan eerst telephonisch eenige woorden gewisseld, zoodat de ooren van den onderzochte wat ingesteld raken. Dit is beslist noodig en ook de eerste uitkomsten kan men niet gebruiken, daar ze steeds te laag blijken. Zooals later bij poliklinische patienten bleek, speelt het intellect hierbij een groote rol en moet men eenig geduld hebben eer alles naar wensch gaat. Onderzoekt men eenzelfde persoon vaker, dan zijn al die voorbereidingen niet noodig en krijgt men vrijwel direct goede waarden.

Om nu de grens te bepalen, waarop het woord nog juist gehoord wordt, moet men systematisch te werk gaan. Ik bepaal vrij snel d. w. z. door snelle verschuiving van de secundaire spoel de plaats waarop het woord niet meer gehoord wordt en ga dan heel voorzichtig terug tot het weer gehoord wordt.

Ik heb, zooals uit de hierachter gegeven tabellen blijken

zal, slechts korte woorden van één lettergreep gebruikt. Drie van elk der door ZWAARDEMAKER en QUIX aangegeven zônes, en bovendien de afzonderlijke klinkers uitgesproken.

Men moet oppassen dat de proefpersoon niet weet om welk woord het gaat en dit kan men doen door de woorden te varieeren. Lastig is het, wanneer de proefpersonen zich te veel inspannen en gaan raden. Ik heb dat steeds vrijwel geheel kunnen voorkomen door erop te wijzen, dat ze alleen moeten aangeven, wanneer ze het woord duidelijk herkennen. Toch is raden niet uit te sluiten, immers als iemand hoort „es”, met iets er voor dan is er niet veel fantasie voor noodig om te weten dat „zes” gezegd is. Hier heeft reeds LAMPERT op gewezen en diens bezwaren tegen deze methode heb ik in § 5 van Hoofdstuk I al uiteen gezet. Bij onze harthoorenden waarvan de meesten niet aan de telefoon gewend zijn, heb ik mij dikwijls tevreden moeten stellen, als ze in plaats van „zes”, „zet” verstonden en „nee” voor „zee”, „dik” voor „tik”, „boer” voor „moer” om enkele van de meest voorkomende verwarringen te noemen.

Heeft men nu zoo den afstand, waarop nog net het woord verstaan wordt, dan wordt de afstand tusschen de spoelen uitgemeten en genoteerd. Voor elk woord gebeurt dit 3 maal. Het bleek mij dat het praktisch is om eerst het onderzoek met de fluisterspraak te doen, daar dit voor den onderzoeker vermoeiender is dan dat met de conversatie-spraak. Na het onderzoek met de fluisterspraak moet direct voor dezelfde woorden of letters het gehoor voor de conversatiespraak onderzocht worden, immers een volgenden dag of zelfs al een paar uur later kunnen de omstandigheden veranderd zijn.

IJking van het toestel.

De verkregen maten in millimeters zijn niet zonder meer met elkaar te vergelijken, immers de inductie-verhouding tusschen de beide spoelen, gebruikt voor de geluidsverzwakking, is zeer ingewikkeld en de daarvoor bestaande formules zijn niet voor alle afstanden tusschen de spoelen dezelfde. Bovendien zijn ze voor de korte afstanden lang en tijdroovend voor de om-

rekening. Ik heb, om dit te omgaan, eerst de inductieverhoudingen tusschen de beide spoelen voor verschillende afstanden door directe meting bepaald. Deze ijking geschiedde met een ballistischen galvanometer, daartoe welwillend in bruikleen afgestaan door het Natuurkundig Laboratorium te Groningen. Dr. PRINS, assistent van dat laboratorium, was zoo vriendelijk den galvanometer op te stellen en de eerste schreden op dit gebied te leiden.

De opstelling is zonder meer uit bijgevoegd schema (fig. 4)

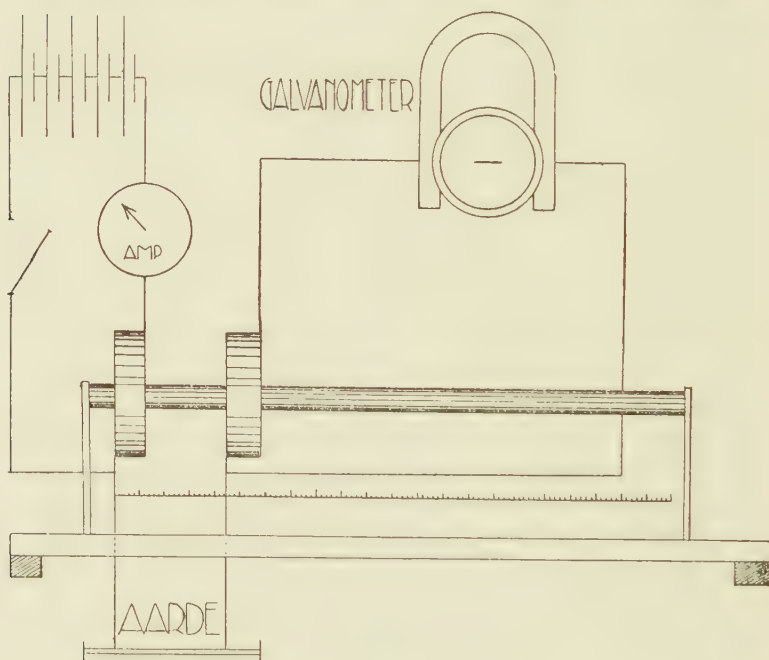


Fig. 4.

duidelijk. Door middel van een stroomsluiter voert men op een gegeven oogenblik een stroom van bekende sterkte door de primaire spoel van ons verzwakkingstoestel; door inductie ontstaat in de secundaire spoel een stroomstoot, die naar den daarmede verbonden galvanometer loopt en daar een uitslag van het spiegeltje geeft.

Na dien uitslag komt het spiegeltje weer in zijn oorspronkelijken stand terug. De spiegeluitslag wordt afgelezen door een kijker, waarin een schaalverdeeling zichtbaar is, die onder den kijker bevestigd is en in het spiegeltje weerkaatst wordt. Op die schaal zijn centimeters en millimeters aangebracht. Tienden van millimeters worden geschat. Met het draaien van het spiegeltje, wentelt ook het geheele schaalbeeld mede, langs een fijne loodrechte draad, die in den kijker bevestigd is.

Nu deed zich in het begin een moeilijkheid voor n.l. wanneer de spoelen wat dicht bij elkaar kwamen, werd de nul-stand bij gesloten keten, een andere dan bij geopende keten.

Dit wordt veroorzaakt door de z.g. „lekstroomen”, waaronder men stroomen verstaat, die afvloeien van een electriciteitsbron of wel van de primaire keten, op de secundaire keten; dus anders dan door inductie.

Om deze te vermijden, zijn de accu's, de ampèremeter, de sleutel, het toestel en ook de verbindingen, op glas of eboniet geplaatst. De stok werd met de klossen in kokende paraffine gedompeld, zoodat de paraffine goed in het hout kon dringen. Per slot werden nog de beide klossen met de aarde verbonden.

Zoo zijn wij de lekstroomen nagenoeg geheel meester geworden uitgezonderd één keer, op een zeer vochtigen namiddag met kletterende regenvlagen, toen al onze voorzorgen te vergeefs waren. We hebben, om na te gaan, waarom het toen lekte, de spoelen op met absolute alcohol afgewreven glaasjes gezet; toch was er nog lekstroom, als de spoelen elkaar tot op $2\frac{1}{2}$ c.M. of dichter genaderd waren. Ja zelfs een flinke groote glazen plaat, ook met absolute alcohol afgeveegd, die wij tusschen de spoelen hielden, zonder deze aan te raken, kon den lekstroom niet opheffen.

Hier moeten wij aannemen dat de vochtige lucht de overdracht bewerkstelligde. Wij konden op dien middag dan ook geen metingen verrichten. De lekstroomen hebben wij dus in het algemeen goed weggekregen; behoudens op zeer vochtige dagen, zal dus alleen te rekenen zijn met de inductiestroomen. Is er nu op een zeer vochtigen dag kans op kleine lekstroomen, als de spoelen slechts op een paar centimeters afstand van elkaar komen te staan, dan is dit toch voor de telefoonoverdracht

van weinig beteekenis. Immers, dan hebben wij te maken met zeer snelle stroomwisselingen, die weinig invloed ondervinden van de trage lekstroomen, en bovendien geschieden dan de onderzoeken met 2 volt, terwijl ik voor de ijking veel meer spanning gebruikte n.l. 16 en 6 volt.

Bij grooten afstand van de spoelen gebruikte ik 16 volt (0,169 Amp.) daar er anders geen voldoende galvanometeruitslag was. Voor de kleinere afstanden werkte ik met 6 volt (0,0625 Amp.), omdat de uitslagen met 16 volt te groot waren voor de schaal.

Het gebruik van verschillende stroomsterkten bij de ijking, levert geen bezwaar op, daar de gevonden waarden op eenvoudige wijze te herleiden zijn tot die welke een primaire stroom van 1 Ampère zou leveren. De gevonden uitslagen zijn toch zonder meer evenredig aan de gebruikte stroomsterkte in de primaire keten.

Als men dus voor een bepaalden afstand tusschen de spoelen de meting verricht met twee verschillende stroomsterkten in den primairen keten, moet, als men alles op 1 Ampère omrekent, de uitkomst ongeveer dezelfde zijn. (Kleine verschillen zullen, als men de waarnemingen op verschillende dagen doet, blijven bestaan, daar de vochtigheid van de lucht altijd eenigen invloed blijft uitoefenen). Dit is inderdaad zoo gebleken bij mijne proeven.

Als voorbeeld geef ik de volgende waarnemingen:

Tabel 7.

Datum.	Ampère.	Afstand spoelen in c.M.	Begin- stand.	Eind- stand.	Uitslag in c.M. v/d gal- vanom.	Gemidd.	Omger. p. 1 A.	Gemidd. van het geheel.
2 Juli	0.169	7.50	12.38	17.30	4.92	4.82	28.52	
			12.38	7.60	4.78			
			12.45	17.41	4.76			
6 Juli	0.0625	7.50	21.11	23.05	1.94	1.93	30.88	
			21.12	19.20	1.92			
			21.12	23.06	1.94			
16 Juli	0.0625	7.50	22.08	23.78	1.79	1.69	27.04	28.81
			22.10	20.38	1.72			
			22.10	23.75	1.65			

Bij de ijking van het toestel verkreeg ik de volgende waarden. (De primaire klos had een weerstand van $100\ \Omega$ de secundaire van $40\ \Omega$.)

Tabel 8.

Door de primaire spoel, in Amp.	Afst. tusschen spoelen, in c.M.	Uitslag van den galvanometer gem. 3—7 waarnemingen, in c.M.	Uitslag van den galvanometer uitgerekend voor 1 Amp., in c.M.
0.0192	1.0	8.30	432.8
"	1.5	6.46	336.46
0.0625	2.0	15.98	255.68
"	2.5	12.20	195.25
"	3.0	8.498	135.97
"	3.5	6.950	111.20
"	4.0	6.471	103.54
"	4.5	5.228	83.65
"	5.0	4.105	68.20
0.169	5.0	10.89	64.4378
	5.0	gemiddelde	66.95
0.0625	6.0	2.818	45.09
"	7.0	1.945	31.12
"	7.5		28.81 (zietabel 7)
"	8.0	1.478	23.65
"	9.0	1.22	19.52
0.169	10.0	2.64	15.660
"	12.5	1.34	7.933
"	15.0	0.901	5.335
"	17.5	0.56	3.315
"	20.0	0.465	2.75
"	25	0.29	1.736
"	30	0.14	0.848
0.5	35	0.27	0.54
"	40	0.20	0.40
"	45	0.14	0.28
"	50	0.10	0.20

Van de aldus verkregen waarden, is op een groot vel millimeterpapier, een kromme gemaakt waarvan een verkleinde reproductie in fig. 5 afgebeeld is. De verticale geeft aan de waarden per 1 Ampère stroomsterkte, gevonden met den galvanometer, de horizontale den afstand tusschen de spoelen.

Men kan dus nu voor elken afstand van de spoelen, heel eenvoudig vinden welke stroomsterkte door de secundaire spoel

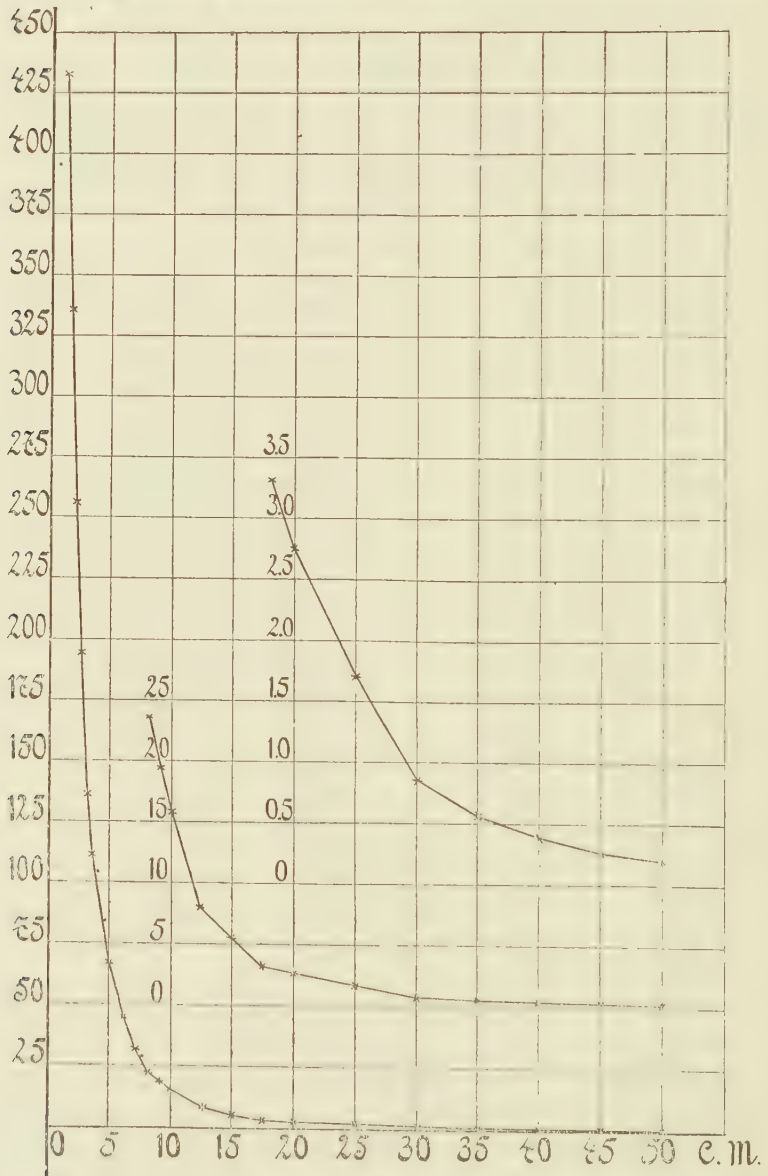


Fig. 5.

gaat m. a. w. welke stroom door de telefoon gaat, die de proefpersoon beluisterd.

Deze is n.l. rechtevenredig aan den galvanometeruitslag, zooals ik dien bepaalde met den ballistischen galvanometer.

Had ik op deze wijze een verhoudingstabel verkregen der stroomsterkte, bij bepaalden afstand der spoelen, nu moest bepaald worden welk gebruik wij hiervan konden maken voor de vergelijking der sterkte van de telefoongeluiden.

In de telefoontechniek geldt nu, dat *voor zwakke stroomen*, dus die waarmede wij in ons geval te maken hebben, de *amplitude van den uitslag der telefoonmembraan recht evenredig is met de toegevoerde stroomsterkte*.

Gaan wij nu in de literatuur na in welke verhouding, de *amplitude* van een trillend voorwerp staat tot de *physiologische intensiteit*, dan moeten wij tot een *rechte evenredigheid* besluiten.

STEFANINI (42) heeft dit zeer scherp uitgedrukt en gewezen op het *grootte verschil tusschen physische en physiologische intensiteit van het geluid*. Trouwens reeds vinden wij in de getallen van ZWAARDEMAKER (16) die voor stemvorken gevonden zijn, dat hierbij de intensiteit evenredig is met $a^{1.2}$ (a = amplitude), hetgeen dicht nadert tot een rechte evenredigheid. Ook RICHARDSON geeft in zijn onlangs verschenen boek de rechte evenredigheid op.

Wij kunnen uit dit alles besluiten, dat onze galvanometer-uitslagen de verhoudingen der physiologische geluidsterkte in rechte evenredigheid aangeven.

Het verschil tusschen physische en physiologische intensiteit heeft mij bijna op een dwaalspoor gebracht, doordat ik de galvanometeruitslagen heb vergeleken met de uitslagen verkregen met het spiegeltje van RAYLEIGH-ZWAARDEMAKER. Ik werkte met een misthoorn en moest nog een tweelamps-versterker inlasschen om afleesbare spiegeluitslagen te verkrijgen. De telefoon was hierbij direct aan het nieuwste model spiegelmeettoestel verbonden, en de misthoorn met microfoonspoelentoestel in een ander vertrek opgesteld,

Tabel 9.

Afstand van den spoelen in m.M.	Gemidd. spiegel- uitslag uit 3—9 waarnemingen.	Galvanometer uitslagen.	Vermenigvul- digingsfactor.
10	6.2	433	70
15	3.5	336	96
20	2.2	256	116
25	1.5	195	130
30	1.0	136	136
35	0.75	111	148

Zooals men ziet, een verre van gelijk groote vermenigvuldigingsfactor. Wij hebben bij onze proeven echter slechts met de physiologische intensiteit te doen en kunnen deze cijfers dus verder laten rusten.

Per slot hebben wij nog nagegaan of de door ons gebruikte instrumenten de spraakgeluiden gelijkmatig overbrengen.

Allereerst hebben wij de door ons gebruikte microfoon geijkt. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een rij palmhouten, gedekte orgelpijpjes in bruikleen afgestaan door Prof. ZWAARDEMAKER. De toonshoogte van de pijpjes komt overeen met de spraakzône van SCHMIEGELOW. De pijpjes werden door middel van een zuurstofcylinder aangeblazen en wel met zoodanigen druk, dat een zuiver geluid verkregen werd. Hiervoor was noodig 5—12 c.M. water. De stroomstooten opgewekt in de microfoon gingen, via de primaire spoel, direct naar de bij het spiegeltje behorende telefoon; welk spiegeltje door den geluidsdruk een afwijking kreeg. Daarna hebben wij de telefoon die bij het spiegeltje hoorde vervangen door de telefoon O, die ik voor mijn onderzoek bij normale personen gebruikte. Na deze bepaling heb ik, in plaats van het pijpenrijtje, de door mij gebruikte woorden en klinkers voor de microfoon gesproken.

De telefoon O is toen verwisseld voor telefoon N, die wat luider is en daarom voor het onderzoek van patienten gebruikt is.

Per slot heb ik nog de tweelamps-versterking ingeschakeld. Nu werd evenwel de telefoon niet meer met de primaire, doch met de secundaire spoel verbonden. De afstand tusschen de spoelen, werd constant op 20 m.M. gehouden.

Tabel 10.

Ijking van den microfoon en telefoon met het spiegeltje van
RAYLEIGH-ZWAARDEMAKER.

Tonen.	Telefoon N.	Telefoon O.	
	Spiegel- uitslag in c.M.	Uitslag in c.M.	
a'	0.4	0.4	Aangeblazen werd met een druk van 5-12 c.M. water.
ais'	0.4	0.4	
b'	0.5	0.3	
c''	0.4	0.5	
cis''	0.5	0.6	
d''	0.5	0.6	
dis''	0.3	0.4	
e''	0.4	0.6	
f''	0.4	3.0	
fis''	2.0	0.6	
g''	0.7	0.2	
gis''	4.0	0.8	
a'''	8.0	1.6	
ais'''	8.0	1.8	
b'''	7.0	1.5	
c'''	4.0	1.8	
cis'''	3.5	1.1	
d'''	2.5	1.0	
dis'''	2.5	0.8	
e'''	2.0	1.5	

Tabel 11.

Gebruikte woorden en klinkers.	Uitslagen in c.M.	Elk getal is een gemiddelde uit 3 waarnemingen.	Telefoon O.	Uitslagen in c.M. gemiddelde uit 3 waarnemingen.	Telefoon N.	Telefoon N. met tweelampsverster- ker. Afstand van despoelen 20 m.M. Gemiddelde uit 3 waarnemingen.
oor	1	0.6	0.8	0.1	0.1	0.3
moer	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
room	0.8	0.6	0.8	0.1	0.1	0.3
tijd	1.8	1.5	1.5	0.05	—	0.3
tik	1	0.8	1	0.3	0.1	0.1
kou	2.8	2.0	2.5	0.3	0.8	0.8
aas	2.5	2.5	2.0	0.3	0.4	0.4
zee	1.5	1.1	1.5	0.1	0.1	0.2
zes	0.4	0.6	0.5	0.1	0.2	0.3
aa	3	2.5	3	0.3	0.5	1.—
oo	1.5	1.—	0.5	0.2	0.2	0.8
ee	1.—	2.—	1.—	—	0.05	0.2
ie	0.2	0.3	0.2	—	—	0.1
oe	0.3	0.1	0.1	—	0.2	0.1

Uit bovenstaande tabellen kan men lezen, dat zoowel voor tonen van de spraakzône, als voor de spraak uit verschillende zônes, de overdracht van ons stelsel vrij regelmatig is. Alleen in de streek van af gis'' naar boven is er versterking der tonen. De aa wordt bevoorrecht boven de andere klinkers, de ie en oe evenwel worden door het microfoon-telefoon systeem slecht verwerkt. Waarschijnlijk is dit niet van veel invloed op den Index vocalis van die klinkers, daar we met verhoudingsgetallen te doen hebben. De gelijkmatigheid der spiegelslagen voor elken gesproken klank, is tevens een aanduiding dat steeds de juiste krachtmaat voor het spreken toegepast werd. Voor de fluisterspraak heb ik het systeem niet kunnen

ijken, daar zelfs met de versterking alleen met de *aa*, en dan nog wel een zeer kleine, uitslag verkregen werd.

§ 2. *Uitkomsten.*

A. ONDERZOEK IN DE BUITENLUCHT.

I. *Proeven op 10.2.'27.*

Het terrein is een weiland voor het Helper Zwembad te Groningen. Het is een wijde vlakte; slechts aan de oostzijde op ± 500 M. is een huizenrij. De andere kanten worden begrensd door andere weilanden, met hier en daar een eenzame boom. Aan de Zuidkant ligt het Zwembad, ervan gescheiden door een doodlopende straat, met zeer geringe passage. Het zwembad wordt bij het onderzoek op de verste afstanden tot ± 50 M. genaderd, met den rug van den onderzoeker naar het badhuis gekeerd.

De bodem is oneffen, met molshoopen bezaaid en is bedekt met een dik grastapijt. Door het vriezend weer is de grond wel hard, maar door de oneffenheden en het lange gras vormt het toch een prachtig geluiddempend tapijt, waardoor de stem heel kort klinkt. De geluiden, die storen, worden veroorzaakt door blaffende honden, soms een open uitlaat van een motorfiets, een ratelende sleeperswagen, alles in de verte.

Gedurende 10 minuten moet gepauzeerd worden voor het voorbijrijden, heel in de verte, van een goederentrein, maar de andere geluiden zijn niet erg hinderlijk. Men is er ten minste spoedig aan geadopteerd.

Het weer is prachtig, licht vriezend. Windrichting is volgens het Meteor. Inst. O. Z. O. kracht 2 (zeer zwakke wind).

Richting van het onderzoek is N. Z., dus loodrecht op de windrichting.

Tabel 12.

I. A. H. 26 jaar.

Rechter oor.

Onderzoeker Prof. B.

10. 2. '27.	Gemiddelde uit 3 waarnemingen, in Meters.		Index vocalis (I. v.)	
	Fluisterspraak.	Conversationspraak.		
oor	5.5	30	0.143	$\frac{1}{5.5}$
moer	2.5	16.5	0.151	$\frac{1}{6.5}$
room	3.5	29	0.12	$\frac{1}{8}$
tik	14.2	75	0.19	$\frac{1}{5.3}$
kou	10	42.5	0.235	$\frac{1}{4.2}$
tijd	13	77	0.169	$\frac{1}{6}$
aas	10.8	54.5	0.198	$\frac{1}{5}$
zes	22.2	79.5	0.28	$\frac{1}{3.6}$
zee	23.2	79.5	0.29	$\frac{1}{3.5}$
			1.776	

Gemiddelde I. v. is $1.776 : 9 = 0.197 = \text{bijna } \frac{1}{5}$.

II en III *Onderzoek op 13. 2. '27.*

Hierbij zijn er twee proefpersonen ; A. H. dezelfde van proef I, bij wien toen slechts woorden gebruikt zijn. Thans wordt de I. v. voor klinkers bepaald, zooals door GRADENIGO aangegeven is. De andere proefpersoon is A. v. d. K., bij wien slechts de I. v. voor klinkers wordt bepaald.

Het terrein is hetzelfde van 10.2.'27, de omstandigheden van weer en geluiden zijn ook ongeveer gelijk, alleen is de windrichting Z. Z. W., met ook kracht 2. De opnamerichting is nu ook gewijzigd en wel ongeveer W—O.

Tabel 13.

II. A. H. 26 jaar.

Rechter oor.

Onderzoeker Prof. B.

13.2.'27.	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in Meters.		Index vocalis.	
	Fluister-spraak.	Conversatiespraak.		
oe	8.2	48.7	0.168	$\frac{1}{6}$
ie	11.2	76	0.147	$\frac{1}{6.8}$
ee	17.3	97	0.178	$\frac{1}{5.6}$
oo	16.2	59.5	0.272	$\frac{1}{3.7}$
aa	21.2	92	0.23	$\frac{1}{4.3}$
			0.995	

Gemiddelde = $0.995 : 5 = 0.199 =$ bijna $\frac{1}{5}$.

Tabel 14.

III. A. v. D. K. 25 jaar.

Rechter oor.

Onderzoeker Prof. B.

13.2.'27.	Gemiddelde uit 3 waarnemingen, in Meters.		Index vocalis.	
	Fluister-spraak.	Conversationspraak.		
oe	8.3	45	0.184	$\frac{1}{5.4}$
ie	16.5	73.5	0.224	$\frac{1}{4.7}$
ee	16.5	90.7	0.182	$\frac{1}{5.5}$
oo	13	61.3	0.212	$\frac{1}{4.7}$
aa	15	87	0.172	$\frac{1}{5.8}$
			0.974	

Gemiddelde $0.974 : 5 = 0.195 = \text{bijna } \frac{1}{5}$.

Proeven IV tot VII op 7, 9, 11 en 12 April '27.

Terrein op 7.4.'27: Groote omgeploegde heide (voor boschbeplanting). Aan de windzijde bosch op ± 100 M., aan de andere kanten pas op heel verren afstand bosch.

Geluiden: Ruischen van de wind in de boomen, heel in de verte enkele blaffende honden en huilende kinderen, zeer weinig storend.

Weer: Donkere lucht, regenachtig, doch tijdens de waarneming droog.

Wind: zeer zwak, dwars op de opnamerichting.

Terrein op 9.4.'27: Groote hei, licht golvend. Op grooten afstand laag naalddhout. Alleen bij de verdragende woorden, wordt dit dicht genaderd met den rug van den onderzoeker.

Geluiden: blaffende honden en spelende kinderen in de verte. Soms het horten van een wagen op een zandweg, alles zeer weinig hinderlijk.

Weer: fraai. zonnig weer, koel.

Wind: zwak, richting N.W. Opname richting hier loodrecht op.

Terrein 11.4.'27 als 9.4.'27.

Weer: 11.4.'27 als 9.4.'27.

Wind: N.W. zeer zwak, loodrecht op opnamerichting.

Terrein: 12.4.'27 als 9.4.'27.

Weer: en geluiden als 9.4.'27.

Wind N.W. zeer zwak.

Tabel 15.

IV tot VII. M. S. v. B. 24 jaar.

Rechter oor.

Onderzoeker A. H.

7, 9, 11 en 12.4.'27.	Gemiddelde uit 3 waarnemingen, in Meters.		Index vocalis.	
	Fluister- spraak.	Conver- satiespraak.		
moer	6.2	51.3	0.121	$\frac{1}{8.3}$
room	7.5	55	0.136	$\frac{1}{7.3}$
oor	8.8	58.3	0.151	$\frac{1}{6.6}$
tijd	27.3	120.8	0.196	$\frac{1}{5.1}$
tik	27.8	119	0.234	$\frac{1}{4.3}$
kou	32.2	116.3	0.276	$\frac{1}{3.6}$
aas	48.1	151.2	0.318	$\frac{1}{3.1}$
zee	49.1	149.5	0.328	$\frac{1}{3.0}$
zes	53.3	153.3	0.348	$\frac{1}{2.9}$
			2.108	

Gemiddelde: $2.108 : 9 = 0.236 = \text{ruim } \frac{1}{4.2}$.

Tabel 16.

M. S. v. B.

Rechter oor.

Onderzoeker A. H.

12.4.'27.	Gemiddelde uit 3 waarnemingen, in Meters.		Index vocalis.	
	Fluister-spraak.	Conversationspraak.		
oe	7.1	60	0.118	$\frac{1}{8.4}$
oo	12.0	67.4	0.178	$\frac{1}{5.6}$
ie	16.9	83.8	0.202	$\frac{1}{5}$
aa	30.6	105.7	0.29	$\frac{1}{3.4}$
ee	32.9	110.5	0.297	$\frac{1}{3.36}$
			1.085	

Gemiddelde: $1.085 : 5 = 0.217 = \text{ruim } \frac{1}{4.6}$.

Proef VIII op 28.8.'27.

Terrein: hetzelfde als op 7.4.'27.

Wind: gering, doch krachtiger dan alle andere keeren.

Richting Zuid. Opname richting O--W.

Weer: droog, licht bewolkt.

Tabel 17.

VIII. T. H. 16 jaar.

Linker oor.

Onderzoeker A. H.

28.8.'27.	Gemiddelde uit 3 waarnemingen, in Meters.		Index vocalis.	
	Fluisterspraak.	Conversationspraak.		
oe	5.75	53.60	0.107	$\frac{1}{9.3}$
oo	7.10	65.60	0.108	$\frac{1}{9.2}$
ie	11.10	100	0.111	$\frac{1}{9}$
ee	17.20	115.30	0.149	$\frac{1}{6.7}$
aa	39.60	113.30	0.35	$\frac{1}{2.9}$
			0.825	

$$\text{Gemiddeld } 0.825 : 5 = 0.165 = \frac{1}{6}.$$

Proef IX op 1.9.'27.

Terrein: bestaat uit een groote uitgestrekte heide, met heel in de verte wat laag hout. Nergens in de verte huizen te bespeuren, zoodat geen geluiden van honden, kinderen en andere lawaaimakende subjecten, storend werkt. Alleen bijen die de bloeiende hei bezoeken, vullen met hun zoemen de lucht, doch hiervan wordt niet de minste hinder ondervonden.

Het weer is wat warm, niet drukkend, de lucht is zeer licht bewolkt.

Verder is het ongeveer bladstil, *zoodat we hier te doen hebben met een onderzoek onder ideale omstandigheden.*

Tabel 18.

IX. W. A. A. v. B. 24 jaar.

Rechter oor.

Onderzoeker A. H.

1.9.'27.	Gemiddelde uit 3 waarnemingen, in Meters.		Index vocalis.	
	Fluisterspraak.	Conversationspraak.		
oe	17.40	125.30	0.139	$\frac{1}{7.2}$
oo	33.30	129.60	0.257	$\frac{1}{3.9}$
ie	60.0	131	0.458	$\frac{1}{2.2}$
ee	59	154	0.381	$\frac{1}{2.6}$
aa	60	142	0.422	$\frac{1}{2.4}$
			1.657	

Gemiddelde $1.657 : 5 = 0.331 = \text{bijna } \frac{1}{3}$.

Opgemerkt moet worden, dat proefpersoon I dezelfde is als II. Bij I zijn de woorden van ZWAARDEMAKER-QUIX gebruikt, bij II de klinkers die GRADENIGO zeer aanraadt. De resultaten zijn wat de Index vocalis betreft vrijwel gelijk.

Dit is het ook het geval met de proefpersoon van de proeven IV tot VII. Ook hier lopen de resultaten weinig uiteen.

Van belang is natuurlijk erop te letten dat de omstandigheden van terrein, weer, wind en storende geluiden gelijk zijn. De gevonden verschillen zullen er dan ook wel aan te wijten zijn dat deze varieerden.

Om nu de resultaten overzichtelijk te maken, geef ik even de volgende tabel.

Tabel 19.

Proef.	Index vocalis.		Omstandigheden.
I.	0.197	$\frac{1}{5}$ bijna	Wind zeer zwak, zwak verwijderd gedruisch.
II.	0.199	$\frac{1}{5}$ bijna	" "
III.	0.195	$\frac{1}{5}$ bijna	" "
IV—VII.	0.236	$\frac{1}{4.2}$ ruim	Heel weinig gedruisch, wind zeer zwak.
	0.217	$\frac{1}{4.6}$ ruim	" "
VIII.	0.165	$\frac{1}{6}$	Heel weinig storende geluiden. Wind gering.
IX.	0.331	$\frac{1}{3}$ bijna	Geen storende geluiden. Geen wind.
	1.540		

Gemiddelde van alles is $1.54 : 7 = 0.22 = \frac{1}{4.6}$.

Bij het beschouwen van deze tabel valt op, dat de proefpersoon van proef IX een hoogen index vocalis heeft, bijna twee maal zoo groot als die in proef VIII gevonden. Uit de beschrijving van de omstandigheden, waaronder de proeven geschiedden, kan men opmerken, dat bij IX deze ongeveer ideaal waren, geen hinderlijke geluiden en geen wind. Bij VIII daarentegen vrij veel wind. *De storende omstandigheden zullen de resultaten bij de fluisterspraak het meest beïnvloeden*, en zoo vinden wij dan ook, in het ontbreken van al deze zaken, een verklaring voor het hooge index-cijfer van proef IX.

Interessant is het de verkregen resultaten als volgt te rangschikken.

Tabel 20.

Proef.	OE	OO	IE	EE	AA
II.	0.168	0.272	0.147	0.178	0.23
III.	0.184	0.212	0.224	0.182	0.172
VII.	0.118	0.178	0.202	0.297	0.29
VIII.	0.107	0.108	0.111	0.149	0.35
IX.	0.139	0.257	0.458	0.422	0.381
	0.716	1.027	1.142	1.228	1.423
Gemiddelde:	0.143	0.205	0.228	0.246	0.285
	$= \frac{1}{7}$	$= \frac{1}{5}$	$= \frac{1}{4.4}$	$= \frac{1}{4}$	$= \frac{1}{3.5}$

Hieruit kan men lezen, dat bij het hooger worden der formanten, ook de index vocalis grooter wordt, d.w.z. dat de afstand waarop de fluisterspraak gehoord wordt, den afstand waarop nog conversatiespraak verstaan wordt, meer nadert.

Men zou zich zoo voor kunnen stellen, dat, indien wij beschikten over klanken met genoegzaam hooge formanten, de index vocalis zou naderen tot 1, om perslot 1 te worden en we dus de fluisterspraak, op gelijke afstand hooren, als de conversatiespraak. Wat dus omgekeerd weer beteekent, dat de stemtoon, die van de fluisterspraak conversatiespraak maakt, bij voorkeur lage formanten versterkt en de hooge veel minder. Een verklaring hiervoor vinden wij in hetgeen in § 5 van het vorige Hoofdstuk is geschreven.

In overeenstemming met het bovenstaande, is de bewering van GRADENIGO (zie Hoofdstuk 1 § 6), dat de medeklinkers bij de fluisterspraak, slechts weinig minder intensiteit hebben, dan bij de conversatiespraak. Zooals de trillingsgetallen, van de formanten der medeklinkers, opgegeven in § 4 van het vorige Hoofdstuk, uitwijzen, zijn ze alle aan den hoogen kant en hun Index vocalis nadert dus het hierboven aangegeven getal 1.

Jammer genoeg bezit ik te weinig waarnemingen, om dit nader te kunnen toetsen, daar ik slechts bij twee proeven met woorden gewerkt heb. Toch is bij het samenvoegen van de cijfers dezer beide waarnemingen, een zeker verband tusschen formantheogte der medeklinkers en index vocalis te zien.

De beste methode om dit na te gaan, is, te onderzoeken volgens de methode van LAMPERT (zie blz. 20) en alleen de voorste of achterste medeklinker te verwisselen. Wegens gebrek aan tijd, heb ik dat niet meer kunnen doen en geef hier onder een samenvatting der cijfers, die ik bij mijn onderzoek kreeg, met de isozonale woorden van ZWAARDEMAKER-QUIX.

Tabel 21.

De getallen geven elk een gevonden index vocalis aan.

Proef.	Persoon.	oor.	moer.	room.	tik.	kou.	tijd.	aas.	zes.	zee.
I. V-VII	A. H. M.S.v.B.	0.134	0.151	0.12	0.19	0.235	0.169	0.198	0.28	0.29
		0.151	0.121	0.136	0.234	0.276	0.196	0.318	0.348	0.328
		0.294	0.272	0.256	0.424	0.511	0.365	0.516	0.628	0.618
		: 2 =	: 2 =	: 2 =	: 2 =	: 2 =	: 2 =	: 2 =	: 2 =	: 2 =
		0.147	0.136	0.128	0.212	0.256	0.182	0.258	0.314	0.309
		$\frac{1}{6.8}$	$\frac{1}{7.4}$	$\frac{1}{7.8}$	$\frac{1}{4.7}$	$\frac{1}{3.9}$	$\frac{1}{5.5}$	$\frac{1}{3.88}$	$\frac{1}{3.18}$	$\frac{1}{3.24}$

of gerangschikt volgens de zoogenaamde isozonale groepen van ZWAARDEMAKER-QUIX:

Tabel 22.

oor	0.147	tik	0.212	aas	0.258
moer	0.136	kou	0.256	zes	0.314
room	0.128	tijd	0.182	zee	0.309
	$0.411 : 3 =$		$0.650 : 3 =$		$0.881 : 3 =$
	$0.137 = \frac{1}{7.4}$		$0.213 = \frac{1}{4.7}$		$0.294 = \frac{1}{3.4}$

Plaatsen we de Index vocalis van de woorden, bij de proeven buitenshuis, in volgorde, dan krijgen we de volgende tabel:

Tabel 23.

$\frac{1}{7.8}$	room
$\frac{1}{7.4}$	moer
$\frac{1}{6.8}$	oor
$\frac{1}{5.5}$	tijd
$\frac{1}{4.7}$	tik
$\frac{1}{3.9}$	kou
$\frac{1}{3.88}$	aas
$\frac{1}{3.24}$	zee
$\frac{1}{3.18}$	zes

Hierin zien we fraai het stijgen van den index vocalis, met het hooger worden van de formanten der consonanten, evenals bij de klinkers gevonden is.

In Hoofdstuk III kom ik op deze m.i. zeer interessante uitkomsten nog terug, zoodat ik hier niet verder over zal uitwijden en overga tot de met het microfoon-telefoon toestel verkregen resultaten.

B. Uitkomsten van het onderzoek binnenshuis.

Daar de door mij gevolgde werkmethode in het voorgaande beschreven is, kan ik onmiddellijk overgaan tot het mededeelen van de bereikte resultaten.

In de eerste plaats dan, die bij een aantal normale proefpersonen, meest alle jonge, of aanstaande medici. Om mij te vergewissen van een normaal gehoor dezer proefpersonen, heb ik ze allen eerst in een groot vertrek van de Oorkliniek met de fluisterspraak onderzocht, en heb daarbij gevonden, dat ze allen de woorden oor, moer en room gefluisterd op 8 à 9 M. hoorden, en de woorden tijd, tik en kou op 14 M.

Bij de berekening van den Index vocalis, heb ik de galvanometeruitslagen op elkaar gedeeld en, waar de gehoorscherpthe omgekeerd evenredig is met die uitslagen, heb ik niet genomen fluisterspraak conversatiespraak, doch eenvoudigheidshalve:
galvanometeruitslag bij de conversatiespraak.
galvanometeruitslag bij de fluisterspraak.

De verkregen waarden drukten dan inderdaad uit de verhouding:
fluisterspraak
conversatiespraak

Deze verhouding is dan de *theoretische index vocalis*. Deze is niet direct te vergelijken met den index vocalis gevonden in de open lucht, daar hierbij de gevonden waarden in navolging van GRADENIGO, zonder meer op elkaar gedeeld zijn. Was hier met de afstandswet rekening gehouden, dan zouden wij de quadraten der getallen op elkaar hebben moeten deelen, om den theoretisch juisten index te verkrijgen, doch dan zou de methode omslachtig geworden zijn. De met microfoon-telefoon verkregen waarden stellen nu den theoretischen index voor d.w.z. de verhouding der quadraten en moeten, om tot den praktischen index van GRADENIGO in verband gebracht te kunnen worden, aan een vierkantswortel-trekking onderworpen worden. Ik heb dan ook aan het eind van elke tabel dit gedaan en ten slotte ook op enkele groepen afzonderlijk uitgevoerd. Thans de cijfers.

I. R.

Tabel 24.

Rechter oor.

22. 6. '27.	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (a)	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (b)	Theoretisch $\frac{a}{b'}$
oor	161	44	57	510	$0.0863 = \frac{1}{11.6}$
moer	107	135	43	870	$0.155 = \frac{1}{6.4}$
room	129	75	54	575	$0.1304 = \frac{1}{7.7}$
tijd	166	40	76	265	$0.1509 = \frac{1}{6.6}$
tik	170	37	59	465	$0.08 = \frac{1}{12.6}$
kou	177	32.5	98	165	$0.197 = \frac{1}{5.5}$
aas	230	21.4	112	120	$0.1783 = \frac{1}{5.6}$
zee	205	26.4	71	390	$0.088 = \frac{1}{8.7}$
zes	236	20.1	102	150	$0.134 = \frac{1}{7.5}$
aa	285	11.5	101	153	$0.6752 = \frac{1}{13.8}$
ee	233	20.7	50	660	$0.0314 = \frac{1}{31.9}$
ie	129	74	36	1080	$0.0685 = \frac{1}{14.6}$
oe	147	56	41	930	$0.0602 = \frac{1}{18.4}$
oo	234	20.5	51	640	$0.032 = \frac{1}{31.2}$
					1.4672

Gemiddeld $1.4672 : 14 = 0.1048$ $\sqrt{0.1048} = 0.3235 = \frac{1}{3}$ ruim.

II. G. D.

Tabel 25.

Rechter oor.

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (a)	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (b)	Theoretisch $\frac{a}{b}$.
oor	187	30	63	405	$0.074 = \frac{1}{13.5}$
room	202	27	77	255	$0.106 = \frac{1}{9.4}$
moer	159	45.5	55	550	$0.0827 = \frac{1}{12}$
tijd	227	22	77	255	$0.0863 = \frac{1}{11.6}$
tik	197	28	62	420	$0.0667 = \frac{1}{15}$
kou	255	16.5	101	153.5	$0.1075 = \frac{1}{9.3}$
aas	247	18	121	91	$0.1978 = \frac{1}{5.1}$
zee	168	38.3	69	325	$0.1178 = \frac{1}{8.5}$
zes	217	24	102	150	$0.16 = \frac{1}{6.3}$
ee	241	19.2	74	277.5	$0.0692 = \frac{1}{14.5}$
oo	292	9.9	117	104	$0.0952 = \frac{1}{10.5}$
oe	189	29.9	53	600	$0.0498 = \frac{1}{20.1}$
aa	298	8.85	139	64.5	$0.137 = \frac{1}{7.3}$
ie	160	44.9	31	1300	$0.0345 = \frac{1}{29}$
					1.3845

Gemiddeld $1.3845 : 14 = 0.0989$

$$\sqrt{0.0989} = \frac{31.5}{100} = \frac{1}{3} \text{ ruim.}$$

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (a)	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (b)	
oor	150	53	76	262.5	$0.202 = \frac{1}{5}$
moer	95	176	52	620	$0.284 = \frac{1}{3.5}$
room	151	52	63	405	$0.1284 = \frac{1}{7.8}$
tijd	178	32.1	66	365	$0.0879 = \frac{1}{11.4}$
tik	194	28.75	74	277.5	$0.1036 = \frac{1}{9.7}$
kou	214	24.6	93	184	$0.1337 = \frac{1}{7.5}$
aas	272	13.45	83	224	$0.06 = \frac{1}{16.7}$
zee	179	32	35	1110	$0.0288 = \frac{1}{34.7}$
zes	229	21.6	70	310	$0.0697 = \frac{1}{14.4}$
ie	95	176	21	2400	$0.0733 = \frac{1}{13.6}$
oe	124	81.5	40	960	$0.0849 = \frac{1}{11.8}$
oo	176	32.6	51	645	$0.0506 = \frac{1}{19.8}$
ee	148	55	46	785	$0.07 = \frac{1}{14.3}$
aa	271	13.65	118	100.5	$0.1358 = \frac{1}{7.4}$
					1.5127

Gemiddeld: $1.5127 : 14 = 0.1080$

$$\sqrt{0.1080} = \frac{33}{100} = \frac{1}{3}.$$

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M.	Maten in m.M. gevonden op de schaal.	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M.	Maten in m.M. gevonden op de schaal.	Theoretisch $\frac{a}{b}$
	Afstand der spoelen.	Galvanometeruitslagen. (a)	Afstand der spoelen.	Galvanometeruitslagen. (b)	
oor	153	50.5	40	960	$0.0526 = \frac{1}{19}$
room	155	49	46	785	$0.0624 = \frac{1}{16}$
moer	128	75.5	43	870	$0.0868 = \frac{1}{11.5}$
tik	231	21.2	67	350	$0.0606 = \frac{1}{16.5}$
tijd	207	26	69	325	$0.08 = \frac{1}{12.5}$
kou	260	15.6	84	219	$0.0712 = \frac{1}{14}$
zee	211	25.2	71	300	$0.084 = \frac{1}{11.9}$
zes	261	15.4	93	184	$0.0831 = \frac{1}{11.9}$
aas	262	15.2	81	231	$0.0658 = \frac{1}{15.2}$
ie	118	100.5	26	1820	$0.0552 = \frac{1}{18.1}$
oe	121	91	40	960	$0.0948 = \frac{1}{10.5}$
ee	150	53	50	670	$0.0791 = \frac{1}{12.6}$
aa	255	16.5	123	84.5	$0.1952 = \frac{1}{5.1}$
oo	179	32	79	242.5	$0.132 = \frac{1}{7.6}$
					1.2028

Gemiddeld: $1.2028 : 14 = 0.0859$

$$\sqrt[3]{0.0859} = \frac{29.3}{100} = \frac{1}{3.4}.$$

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (a)	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (b)	Theoretisch $\frac{a}{b}$
oor	127.3	76.5	40.3	960	$0.0797 = \frac{1}{12.5}$
room	140	63.2	40	785	$0.0805 = \frac{1}{12.4}$
moer	117	104	34	1160	$0.09 = \frac{1}{11.2}$
tijd	265	14.7	74	277.5	$0.053 = \frac{1}{18.9}$
tik	283	11.5	82.3	227	$0.0507 = \frac{1}{19.7}$
kou	265.6	14.5	124.3	81.5	$0.178 = \frac{1}{5.6}$
aas	252.6	16.8	173.6	33.5	$0.5 = \frac{1}{2}$
zee	209.6	25.4	83	224	$0.1134 = \frac{1}{8.8}$
zes	244.3	18.55	130	73.5	$0.2524 = \frac{1}{4}$
aa	303.6	8.325	194	28.75	$0.29 = \frac{1}{3.5}$
ee	159	45.5	74	277.5	$0.164 = \frac{1}{6.1}$
ie	119.6	94.5	33.3	1205	$0.0784 = \frac{1}{12.8}$
oo	218.6	23.6	124.3	81.5	$0.29 = \frac{1}{3.5}$
oe	129	74.5	64	390	$0.19 = \frac{1}{5.2}$
					2.4101

Gemiddeld: $2.4101 : 14 = 0.1721$.

$$\sqrt{0.1721} = \frac{41.5}{100} = \frac{1}{2.4} \text{ ruim.}$$

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (a)	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (b)	Theoretisch $\frac{a}{b}$
oor	141.3	62.2	49	695	$0.0895 = \frac{1}{11.1}$
moer	118	100.5	35	110	$0.0906 = \frac{1}{11}$
room	142	61.1	48	725	$0.0843 = \frac{1}{11.7}$
Rechter oor.					
tijd	204.6	26.4	58.6	480	$0.055 = \frac{1}{18.2}$
tik	181	31.7	51.3	640	$0.0495 = \frac{1}{20.2}$
kou	203.3	26.85	63.6	400	$0.0671 = \frac{1}{14.9}$
aas	257	16.1	110.6	123	$0.1309 = \frac{1}{7.6}$
zee	188	30	54.3	570	$0.0526 = \frac{1}{19}$
zes	213.6	24.6	79.3	240	$0.1025 = \frac{1}{9.8}$
ie	111.3	122.5	34.3	1150	$0.1065 = \frac{1}{9.4}$
oe	83.6	219	25.3	1900	$0.1153 = \frac{1}{8.7}$
ee	158	46.5	43.6	850	$0.0547 = \frac{1}{18.3}$
oo	135.3	68.5	42.6	889	$0.077 = \frac{1}{12.8}$
aa	247	18	99.6	158	$0.114 = \frac{1}{8.8}$
					1.1895

Gemiddeld: $1.1895 : 14 = 0.0849$

$$\sqrt{0.0849} = \frac{29}{100} = \frac{1}{3.4} \text{ ruim.}$$

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (a)	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (b)	Theoretisch. $\frac{a}{b'}$
oor	196.3	28	63	405	$0.07 = \frac{1}{14.5}$
moer	144	59	35.3	1100	$0.0536 = \frac{1}{18.6}$
room	154	49.7	54.3	570	$0.0872 = \frac{1}{11.5}$
tijd	258	15.9	82	227	$0.07 = \frac{1}{14.3}$
tik	211	25.2	75	270	$0.0933 = \frac{1}{10.7}$
kou	267	14.35	138	65.5	$0.219 = \frac{1}{4.6}$
aas	228	21.8	133.3	115	$0.19 = \frac{1}{5.3}$
zee	171	36	64	390	$0.0923 = \frac{1}{10.8}$
zes	173	34.3	103	147	$0.2333 = \frac{1}{4.3}$
oe	109	128.5	31.6	1260	$0.102 = \frac{1}{9.8}$
ie	116	107	32.3	1240	$0.0863 = \frac{1}{11.6}$
oo	182	31.3	60	450	$0.07 = \frac{1}{14.3}$
ee	180	31.8	58	490	$0.0649 = \frac{1}{15.4}$
aa	269	14	93	184	$0.076 = \frac{1}{13.2}$
					1.5079

Gemiddeld: $1.5079 : 14 = 0.1077$

$$\sqrt{0.1077} = \frac{32.8}{100} = \frac{1}{3} \text{ ruim.}$$

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (a)	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (b)	Theoretisch. $\frac{a}{b}$
oor	158	46.5	54	575	$0.0809 = \frac{1}{12.4}$
moer	143	60	39	990	$0.0606 = \frac{1}{16.5}$
room	163	42.2	48	725	$0.0582 = \frac{1}{17.2}$
tijd	211	25.2	61	435	$0.0579 = \frac{1}{17.3}$
tik	198	27.85	46	785	$0.0355 = \frac{1}{28.2}$
kou	243	18.75	81	231	$0.0812 = \frac{1}{12.3}$
zee	149	54	56	530	$0.102 = \frac{1}{9.8}$
zes	193.6	28.9	77.3	252.5	$0.1144 = \frac{1}{8.7}$
aas	243	18.75	91.6	190	$0.0987 = \frac{1}{10.1}$
oe	170	36.7	34	1160	$0.0316 = \frac{1}{31.6}$
ie	136	67.5	20	2560	$0.0264 = \frac{1}{37.9}$
ee	179	32	41	930	$0.0344 = \frac{1}{29.1}$
oo	195	28.5	62	420	$0.0678 = \frac{1}{14.7}$
aa	251	17.2	95	176	$0.0977 = \frac{1}{10.2}$
					0.9473

Gemiddeld: $0.9473 : 14 = 0.0677$

$$\sqrt[26]{0.0677} = \frac{26}{100} = \frac{1}{3.8} \text{ ruim.}$$

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Genid- delde uit 3 waarne- mingen in m.M.	Maten in m.M. ge- vonden op de schaal.	Genid- delde uit 3 waarne- mingen in m.M.	Maten in m.M. ge- vonden op de schaal.	Theoretisch. $\frac{a}{b}$.
	Afstand der spoelen.	Galvanome- teruitslagen. (a)	Afstand der spoelen.	Galvanome- teruitslagen. (b)	
oor	167	39.1	64	390	$0.1 = \frac{1}{10}$
moer	140	63.2	42	900	$0.0702 = \frac{1}{14.3}$
room	157.6	46.8	49	695	$0.0673 = \frac{1}{14.9}$
tijd	197.6	27.9	60	450	$0.062 = \frac{1}{16.1}$
tik	185.3	30.7	56	530	$0.058 = \frac{1}{17.2}$
kou	215	24.4	71	300	$0.0813 = \frac{1}{12.3}$
zee	159	45.5	62.3	41.5	$0.1096 = \frac{1}{9.1}$
zes	185.6	30.6	79.6	237.5	$0.129 = \frac{1}{7.8}$
aas	212.6	24.9	83.6	220	$0.1132 = \frac{1}{8.8}$
ie	123.3	84	32.3	1230	$0.0683 = \frac{1}{14.6}$
oe	147	56	45.6	800	$0.07 = \frac{1}{14.3}$
ee	205.6	26.3	54.3	565	$0.0465 = \frac{1}{21.7}$
oo	231	21.2	88	203	$0.104 = \frac{1}{9.6}$
aa	296.6	9.2	125	78.5	$0.1172 = \frac{1}{8.5}$
					1.1966

Gemiddeld: $1.1966 : 14 = 0.0855$

$$\sqrt[3]{0.0855} = \frac{293}{1000} = \frac{1}{3.4} \text{ ruim.}$$

X. A. H. (26 jaar).

Tabel 33.

Linker oor.

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M.	Maten in m.M. gevonden op de schaal.	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M.	Maten in m.M. gevonden op de schaal.	Theoretisch. $\frac{a}{b}$
	Afstand der spoelen.	Galvanometeruitslagen. (a)	Afstand der spoelen.	Galvanometeruitslagen. (b)	
oor	244.6	18.4	141.6	61.46	$0.2994 = \frac{1}{3.3}$
moer	231.3	21.1	127.3	76.17	$0.2770 = \frac{1}{3.6}$
room	214.6	14.5	139	74.5	$0.1946 = \frac{1}{5.1}$
tijd	255.3	16.4	148.6	54.33	$0.3019 = \frac{1}{3.3}$
tik	268.3	14.1	172.6	34.57	$0.4078 = \frac{1}{2.5}$
kou	278.3	12	172.3	34.83	$0.3445 = \frac{1}{2.9}$
aas	238.6	19.67	129	74.5	$0.2640 = \frac{1}{3.8}$
zee	254	16.65	142.3	60.77	$0.2743 = \frac{1}{3.6}$
zes	264	14.9	146.6	56.33	$0.2645 = \frac{1}{3.8}$
aa	274	13.1	144	59	$0.2220 = \frac{1}{4.5}$
oo	279.6	12.07	143	60	$0.2012 = \frac{1}{4.9}$
ee	281.3	11.83	143.6	59.33	$0.1994 = \frac{1}{5}$
oe	175.6	32.67	84.6	216.67	$0.1508 = \frac{1}{6.6}$
ie	166.3	39.63	88	203	$0.1952 = \frac{1}{5.1}$
					3.5966

Gemiddeld: $3.5966 : 14 = 0.2569$

$$\sqrt{0.2569} = 0.507 = \frac{1}{1.97} = \frac{1}{2} \text{ ruim.}$$

XI. A. v. d. K. (26 jaar).

Tabel 34.

Rechter oor.

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (a)	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (b)	Theoretisch. $\frac{a}{b}$
oor	252	17	73	287.5	$0.0591 = \frac{1}{16.9}$
moer	148	55	39	990	$0.0556 = \frac{1}{18}$
room	208	25.8	74	277.5	$0.0930 = \frac{1}{10.8}$
oe	145	58	33	1205	$0.0481 = \frac{1}{20.8}$
ie	93	184	32	1250	$0.1472 = \frac{1}{6.8}$
ee	163	42.2	42	900	$0.0469 = \frac{1}{21.3}$
oo	188	30	74	277.5	$0.1081 = \frac{1}{9.3}$
aa	226	22.15	105	140.5	$0.1577 = \frac{1}{6.3}$
					0.7157

Gemiddeld: $0.7157 : 8 = 0.0895$ $\sqrt{0.0895} = 0.299 = \frac{1}{3.3}$ bijna.

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (a)	Gemiddelde uit 3 waarnemingen in m.M. Afstand der spoelen.	Maten in m.M. gevonden op de schaal. Galvanometeruitslagen. (b)	Theoretisch. $\frac{a}{b'}$
room	254.6	16.55	90.6	193	$0.0858 = \frac{1}{11.7}$
oor	279.6	12.07	95	176	$0.0686 = \frac{1}{14.6}$
moer	213.3	24.72	70	310	$0.0797 = \frac{1}{12.5}$
kou	339	6.075	83.3	222.3	$0.0273 = \frac{1}{36.6}$
tijd	284	11.35	84	219	$0.0518 = \frac{1}{19.3}$
tik	233.6	20.63	75.6	265	$0.0778 = \frac{1}{12.8}$
aas	295.3	9.333	149.6	53.33	$0.175 = \frac{1}{5.7}$
zes	307.6	8.017	181	31.7	$0.2529 = \frac{1}{4} \left(\frac{1}{3.96} \right)$
zee	265.6	14.6	97.6	165.5	$0.0882 = \frac{1}{11.3}$
aa	297.6	8.92	149.6	53.33	$0.1673 = \frac{1}{6}$
oo	282.6	11.57	140	63.2	$0.1831 = \frac{1}{5.5}$
ee	258.6	15.8	82	227	$0.0696 = \frac{1}{14.4}$
oe	214	24.6	76.6	257.5	$0.0955 = \frac{1}{10.5}$
ie	145	58	44	840	$0.0691 = \frac{1}{14.5}$
					1.4917

Gemiddeld: $1.4917 : 14 = 0.1066$

$$\sqrt{0.1066} = 0.3265 = \frac{1}{3.1} \text{ ruim.}$$

Voegen wij thans de verkregen uitkomsten van elk der klinkers, en van de woorden bij elkaar, dan krijgen wij de volgende tabellen:

Tabel 36.

Proef.	Persoon.	oe	oo	ie	ee	aa
I.	R.	0.0602	0.032	0.0685	0.0314	0.0752
II.	D.	0.0498	0.0952	0.0345	0.0692	0.137
III.	S.	0.0849	0.0506	0.0733	0.07	0.1358
IV.	V.	0.0948	0.132	0.0552	0.0791	0.1952
V.	H.	0.19	0.29	0.0784	0.164	0.29
VI.	P. D.	0.1153	0.077	0.1065	0.0547	0.114
VII.	P. V.	0.102	0.07	0.0863	0.0649	0.076
VIII.	T.	0.0316	0.0678	0.0264	0.0344	0.0977
IX.	A. C.	0.07	0.104	0.0683	0.0465	0.1172
X.	A. H.	0.1508	0.2012	0.1952	0.1994	0.222
XI.	A. v. d. K.	0.0481	0.1081	0.1472	0.0469	0.1577
XII.	M. S. v. B.	0.0955	0.1831	0.0691	0.0696	0.1673
		1.0930	1.4110	1.0089	0.9301	1.7851
		: 12 =	: 12 =	: 12 =	: 12 =	: 12 =
		0.0911	0.1176	0.0841	0.0775	0.1488
		$\sqrt{0.0911} =$	$\sqrt{0.1176} =$	$\sqrt{0.0841} =$	$\sqrt{0.0775} =$	$\sqrt{0.1488}$
		0.3018 =	0.3429 =	0.29 =	0.2784 =	0.3857
		$\frac{1}{3.3}$ bijna.	$\frac{1}{2.9}$ bijna.	$\frac{1}{3.4}$ bijna.	$\frac{1}{3.6}$ ruim.	$\frac{1}{2.6}$ ruim.

Tabel 37.

Proef.	Persoon.	oor.	moer.	room.	tijd.	tik.	kou.	aas.	zee.	zes.
I.	R.	0.0863	0.155	0.1304	0.1509	0.08	0.197	0.1783	0.088	0.134
II.	G. D.	0.074	0.0827	0.106	0.0827	0.0667	0.1075	0.1978	0.1178	0.16
III.	J. S.	0.202	0.284	0.1284	0.0879	0.1036	0.1337	0.06	0.0288	0.0697
IV.	V.	0.0526	0.0868	0.0624	0.08	0.0606	0.0712	0.0658	0.084	0.0831
V.	H.	0.0797	0.09	0.0805	0.053	0.0507	0.178	0.5	0.1134	0.2524
VI.	P. D.	0.0895	0.0906	0.0843	0.055	0.0495	0.0671	0.1309	0.0526	0.1025
VII.	P. V.	0.07	0.0536	0.0872	0.70	0.0933	0.219	0.19	0.0923	0.2333
VIII.	T.	0.0809	0.0606	0.0582	0.0579	0.0355	0.0812	0.0987	0.102	0.1144
IX.	M. A. C.	0.1	0.0702	0.0673	0.062	0.058	0.0813	0.1132	0.1096	0.129
X.	A. H.	0.2994	0.2770	0.1946	0.3019	0.4078	0.3445	0.2640	0.2743	0.2645
XI.	A. v. d. K.	0.0591	0.0556	0.0930						
XII.	M. S. v. B.	0.0686	0.0797	0.0858	0.0518	0.0778	0.0273	0.1750	0.0882	0.2529
		1.2618 :12 = 0.1051	1.3858 :12 = 0.1155	1.1777 :12 = 0.0961	1.0531 :11 = 0.0957	1.0835 :11 = 0.0985	1.5078 :11 = 0.1371	1.9737 :11 = 0.1794	1.1510 :11 = 0.1046	1.7958 :11 = 0.1632
		$\sqrt{0.1051}$ = 0.33	$\sqrt{0.1155}$ = 0.34	$\sqrt{0.0961}$ = 0.31	$\sqrt{0.0957}$ = 0.31 bijna	$\sqrt{0.0985}$ = 0.31 ruim	$\sqrt{0.1371}$ = 0.37	$\sqrt{0.1794}$ = 0.42 ruim	$\sqrt{0.1046}$ = 0.32 ruim	$\sqrt{0.1632}$ = 0.40 ruim
		$\frac{1}{3}$ bijna	$\frac{1}{3}$ ruim	$\frac{1}{3.2}$	$\frac{1}{3.2}$ bijna	$\frac{1}{3.2}$ ruim	$\frac{1}{2.7}$	$\frac{1}{2.4}$ ruim	$\frac{1}{3.1}$ ruim	$\frac{1}{2.5}$ ruim

De cijfers gerangschikt volgens de isozonale woordgroepen, geeft de volgende tabel:

Tabel 38.

oor. moer. room.	tijd. tik. kon.	aas. zee. zes.
0.1239	0.1426	0.1334
0.0876	0.0868	0.1585
0.2048	0.1084	0.0528
0.0673	0.0706	0.0776
0.0834	0.0939	0.2886
0.0881	0.6572	0.0953
0.0703	0.1274	0.1719
0.0666	0.0582	0.105
0.0792	0.0671	0.1173
0.257	0.3514	0.2676
0.0692		
0.078	0.0523	0.172
1.2754 : 12 =	1.2159 : 11 =	1.64 : 11 =
0.1063	0.1105	0.1491
✓ 0.1063 =	✓ 0.1105 =	✓ 0.1491 =
0.326 =	0.3327 =	0.3861 =
$\frac{1}{3}$ ruim.	$\frac{1}{3}$ bijna.	$\frac{1}{2.6}$ ruim.

Beschouwen we de resultaten, van de proeven binnenshuis, bij de woorden ieder afzonderlijk, dan krijgen we de volgende tabel:

Tabel 39.

$\frac{1}{3.2}$	bijna	tijd
$\frac{1}{3.2}$		room
$\frac{1}{3.2}$	ruim	tik
$\frac{1}{3.1}$	ruim	zee
$\frac{1}{3}$	bijna	oor
$\frac{1}{3}$	ruim	moer
$\frac{1}{2.7}$		kou
$\frac{1}{2.5}$	ruim	zes
$\frac{1}{2.4}$	ruim	aas

Men kan hieruit zien, dat de index vocalis zich niet zoo fraai houdt, aan de indeeling van de testwoorden in drie zônes, zooals bij de proeven buitenshuis.

Tenslotte, wil ik nog even een kort, vergelijkend overzicht geven, van de verkregen resultaten buiten en binnen, alleen van de klinkers.

Tabel 40.

	oe	oo	ie	ee	aa	Gem.
Buiten I. v.	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4.4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3.5}$	$\frac{1}{4.5}$
Binnen I. v.	$\frac{1}{3.3}$	$\frac{1}{2.9}$	$\frac{1}{3.4}$	$\frac{1}{3.6}$	$\frac{1}{2.6}$	$\frac{1}{3.1}$

Hieruit zien we, dat de getallen binnen, veel hooger zijn dan buitenshuis. Ik meen dat te mogen toeschrijven aan de omstandigheid, dat de storende invloeden, bij de proeven met het toestel, tot een minimum gereduceerd zijn. Tot bewijs daarvan

dient tabel 19 en verder de beschrijving van de omstandigheden bij elke proef buitenshuis. Bij proef IX tabel 18 waren de omstandigheden vrijwel ideaal en de uitkomst was

1. v.	oe	oo	ie	ee	aa	Gemidd.
	1	1	1	1	1	1
	7.2	3.9	2.2	2.6	2.4	3

Verder is binnenshuis de fraaie volgorde, van oe—aa, waarbij de I. v. stijgt met het hooger worden der formanten, vrijwel verdwenen.

Dit schrijf ik volledig toe aan de onvolmaaktheid der telephonen, die een sterke voorkeur bezitten voor bepaalde letters, met name de *aa*; terwijl de *ie* speciaal slecht gereproduceerd wordt. De optimum gevoeligheid van telefoonmembranen ligt toch bij 800 Hertz, de formantstreek van *aa*.

De telefoon-proeven zijn dan ook uiterst moeilijk, daar er voortdurend zeer duidelijk gearticuleerd moet worden. De moeilijkheid, dit voortdurend te doen, is waarschijnlijk de oorzaak, van de groote verschillen in uitkomsten, bij eenzelfde persoon en de sterke schommelingen van de verkregen indices vocales om het gemiddelde.

Bij de proeven met het toestel, is er wel weer een volgorde te ontdekken, in den Index vocalis van de woorden. Hier is n.l. een stijging van den index evenredig met die der formanten, indien men de woorden in de isozonale groepen samen neemt. Niet onwaarschijnlijk spelen de medeklinkers hierin de hoofdrol. Immers, de articulatie levert niet meer zulke groote moeilijkheden op, daar er hier een factor bijkomt n.l. het raden, zoodat de proefpersoon, zonder dat hij het noodzakelijkerwijze goed verstaat, zooals bij de klinkers, het woord aan kan geven. Trouwens al deze bezwaren, zijn uit de telefoon-microfoon-techniek reeds van ouds bekend. Het is mogelijk dat de allernieuwste telefoon-microfoon-combinaties hieraan tegemoet komen. Ik heb daarover echter niet de beschikking gehad.

Aanhangsel bij Hoofdstuk II.

Op voorgaand onderzoek van normale personen, behoort te volgen dat van patienten.

Dit onderzoek evenwel heeft groote moeilijkheden. Er zijn verschillende soorten van doofheid; om dus conclusies te trekken, moet men een groot aantal van iedere soort onderzocht hebben.

Nu is dat voor patienten met cerumen propfen en chronische middenoorontstekingen vrij gemakkelijk; doch om van beroepsdoofheid, labyrinthdoofheid en otosklerose etc. een voldoende aantal te krijgen, is een geruime tijd noodig.

Doet men de onderzoekingen met het telefoon-microfoon toestel, dan stuit men op nog andere bezwaren, daar het meerendeel der patienten weinig of nooit getelephoneerd heeft en kost het, bij de weinig ontwikkelde intellecten, die men vaak op een polikliniek vindt, veel geduld van den onderzoeker.

Om ook nog vrij hardhoorende patienten, te kunnen onderzoeken, is een versterking noodig, zooals vroeger beschreven is.

De navolgende onderzoekingen bij patienten, hebben niet de minste pretentie volledig te zijn, daar mij daarvoor de tijd ontbrak en laten geen bindende conclusies toe. Maar ik meen te kunnen constateeren, dat de index vocalis toch niet zooveel verandert, in pathologische gevallen, als men oppervlakkig zou denken.

1. v. D. (66 jaar).

Tabel 41.

Rechter oor.

Klinische diagnose: cerumenprop.

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddeld.	Galvano-meteruitslag.	Gemiddeld.	Galvano-meteruitslag.	
oor	146.3	56.6	21.5	2335	$0.0242 = \frac{1}{41.3}$
room	125.6	78	22.5	2220	$0.0351 = \frac{1}{28.5}$
kou	203	26.85	51	645	$0.0416 = \frac{1}{24}$
aas	151.3	51.5	42.3	890	$0.0579 = \frac{1}{17.3}$
zes	174.3	33	69.6	315	$0.1048 = \frac{1}{9.5}$
					0.2636

Gemiddeld $0.2636 : 5 = 0.0527$ $\sqrt{0.0527} = 0.23 = \frac{1}{4.3}$ bijna.

2. R. K. (14 jaar).

Tabel 42.

Klinische diagnose: chronische middenoordoorheid met beginnende
labyrinthdegeneratie.

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddeld.	Galvano- meteruitslag.	Gemiddeld.	Galvano- meteruitslag	
Linker oor.					
room	194	28.75	75.3	2675	$0.1075 = \frac{1}{9.3}$
oor	238	19.8	83	224	$0.0884 = \frac{1}{11.3}$
					0.1959
	Gemiddeld $0.1959 : 2 = 0.098$				
	$\sqrt{0.098} = 0.31 = \frac{1}{3.2}$ bijna.				
Rechter oor.					
room	37.6	1030	niet gehoord.		— —
oor	48.1	715	" "		— —
kou	64	390	16	3250	$0.12 = \frac{1}{8.3}$
tik	64.3	385.83	11	4150	$0.093 = \frac{1}{10.8}$
zes	48.3	715	16.6	3096.67	$0.2309 = \frac{1}{4.3}$
aas	85.3	214.2	14.6	3443.33	$0.0622 = \frac{1}{16.1}$
					0.5061
	Gemiddeld $0.5061 : 4 = 0.1265$				
	$\sqrt{0.1265} = 0.36 = \frac{1}{2.8}$ ruim.				

3. V.R. V. T. (58 jaar).

Tabel 43.

Klinische diagnose: chronische middenoorcatarrh met verdikte
trommelvliezen.

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddeld.	Galvano- meteruitslag.	Gemiddeld.	Galvano- meteruitslag.	
Rechter oor.					
oor	22	2270	niet gehoord.		— —
aa	52	620	" "	"	— —
oo	26.3	1780	" "	"	— —
kou	48.7	705	" "	"	— —
zes	39.3	980	" "	"	— —
ee	21	2400	" "	"	— —
<i>Met versterking.</i>					
oo	140.3	62.87	35.3	1100	$0.0572 = \frac{1}{17.5}$
kou	213	24.78	60.7	440	$0.0563 = \frac{1}{17.8}$
zes	210.7	25.27	53	600	$0.0422 = \frac{1}{23.7}$
aa	206	26.21	78.3	245.8	$0.1066 = \frac{1}{9.4}$
					0.2623

Gemiddeld $0.2623 : 4 = 0.0656$

$$\sqrt{0.0656} = 0.26 = \frac{1}{3.9} \text{ ruim.}$$

4. F. B. (72 jaar).

Tabel 44.

Klinische diagnose: presbyacuis.					
	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddelde.	Galvano- meteruitslag.	Gemiddelde.	Galvano- meteruitslag.	
aa	167.3	38.83	35.7	1090	$0.0356 = \frac{1}{28.1}$
oo	160	44.9	35.7	1090	$0.0412 = \frac{1}{24.3}$
ee	75	270	—	—	—
kou	155	49	45.3	805	$0.0609 = \frac{1}{16.4}$
oor	136	67.5	48.7	705	$0.0957 = \frac{1}{10.4}$
tik	115.7	108	20.3	2507	$0.0431 = \frac{1}{23.2}$
room	100.3	155.5	31.7	1267	$0.1227 = \frac{1}{8.1}$
zee	134.7	68.83	—	—	—
					0.3992

Gemiddeld $0.3992 : 6 = 0.0665$

$$\sqrt{0.0665} = 0.258 = \frac{1}{3.9}$$

5. Vr. W. (52 jaar).

Tabel 45.

Klinische diagnose: labyrinth doofheid.

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddeld.	Galvano- meteruitslag.	Gemiddeld.	Galvano- meteruitslag.	
aa	208.3	25.73	62.7	410	$0.0628 = \frac{1}{15.9}$
oo	193.3	28.85	56.7	516.7	$0.0558 = \frac{1}{17.9}$
ee	160.7	44.3	29.3	1433.3	$0.0309 = \frac{1}{32.4}$
oe	128	75.5	—	—	—
kou	217.7	23.87	62.7	410	$0.0582 = \frac{1}{17.2}$
tik	185.5	30.65	48.5	710	$0.0432 = \frac{1}{23.2}$
oor	207.3	25.93	65	377.5	$0.0687 = \frac{1}{14.6}$
room	203.7	26.71	62.3	415	$0.0644 = \frac{1}{15.5}$
zes	260.3	15.53	54.3	568.3	$0.0273 = \frac{1}{36.6}$
					0.4113

Gemiddeld $0.4113 : 8 = 0.0514$

$$\sqrt{0.0514} = 0.227 = \frac{1}{4.4} \text{ ruim.}$$

Klinische diagnose: Otitis media acuta dextra.

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddeld.	Galvano- meteruitslag.	Gemiddeld.	Galvano- meteruitslag.	
Linker oor.					
aa	325	6.95	87.5	205.05	$0.0339 = \frac{1}{29.5}$
oo	283	11.5	73.5	282.5	$0.0407 = \frac{1}{24.6}$
					0.0746
	Gemiddeld $0.0746 : 2 = 0.0378$				
	$\sqrt{0.0378} = 0.194 = \frac{1}{5.2}$ ruim.				
Rechter oor.					
aa	236.3	20.1	67	350	$0.0574 = \frac{1}{17.4}$
oo	173.7	33.77	51.3	636.7	$0.0530 = \frac{1}{18.9}$
ee	207.3	25.93	64.7	381.7	$0.0679 = \frac{1}{14.7}$
oor	191.5	29.3	51	645	$0.0454 = \frac{1}{22}$
room	168	38.3	46	785	$0.0488 = \frac{1}{20.5}$
tik	265	14.7	74.5	273.75	$0.0537 = \frac{1}{18.6}$
kou	267.7	14.22	65.5	371.25	$0.0383 = \frac{1}{26.1}$
zes	253	16.8	60	450	$0.0373 = \frac{1}{26.8}$
					0.4018
	Gemiddeld: $0.4018 : 8 = 0.0502$				
	$\sqrt{0.0502} = 0.224 = \frac{1}{4.5}$ ruim.				

7. A. v. d. P. (62 jaar).

Tabel 47.

Klinische diagnose: presbycusis (?).					
	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddeld.	Galvano- meteruitslag.	Gemiddeld.	Galvano- meteruitslag.	
Rechter oor.					
aa	225.3	22.28	43	870	$0.0256 = \frac{1}{3.9}$
oo	173	34.3	18.5	2825	$0.0121 = \frac{1}{82.4}$
zes	193	28.9	41	930	$0.0311 = \frac{1}{32.2}$
kou	224.7	22.42	44.7	823.3	$0.0272 = \frac{1}{36.7}$
					0.0960

Gemiddeld $0.096 : 4 = 0.024$

$$\sqrt{0.024} = 0.155 = \frac{1}{6.5}.$$

8. Mej. W. K. (49 jaar).

Tabel 48.

Klinische diagnose: beginnende labyrinthdegeneratie.					
	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddeld.	Galvano- meteruitslag.	Gemiddeld.	Galvano- meteruitslag.	
Rechter oor.					
aa	148.3	54.67	48.3	715	$0.0765 = \frac{1}{13.1}$
oo	134	69.5	33	1205	$0.0577 = \frac{1}{17.3}$
zee	140.7	62.53	29	1470	$0.0425 = \frac{1}{23.5}$
roer	65.3	373.33	14.3	3526.7	$0.1059 = \frac{1}{9.4}$
bier	86	211.5	19.3	2686.7	$0.0787 = \frac{1}{12.7}$
					0.3613
Gemiddeld $0.3613 : 5 = 0.0723$					
$\sqrt{0.0723} = 0.269 = \frac{1}{3.9}$					

9. A. V. (42 jaar).

Tabel 49.

Klinische diagnose: binnenoordoofheid.

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddeld.	Galvano-meteruitslag.	Gemiddeld.	Galvano-meteruitslag.	
Rechter oor.					
aa	237.3	19.93	—	—	—
oo	170.7	36.32	24.3	2016.7	$0.0180 = \frac{1}{55.7}$
ee	133.7	69.83	—	—	—
boer	105.7	138.5	16.3	3173.3	$0.0436 = \frac{1}{22.9}$
tien	59.7	456.7	—	—	—
					0.0616

Gemiddeld $0.0616 : 2 = 0.0308$

$$\sqrt{0.0308} = 0.175 = \frac{1}{5.7}.$$

10. Mej. H. E. (19 jaar).

Tabel 50.

Klinische diagnose: chronische middenoorontsteking.

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddeld.	Galvano-meteruitslag.	Gemiddeld.	Galvano-meteruitslag.	
Linker oor.					
aa	85	215.5	22.6	2200	$0.0979 = \frac{1}{10.2}$
zes	96	172	26	1820	$0.0945 = \frac{1}{10.6}$
kou	85.5	213.5	25.5	1950	$0.1095 = \frac{1}{9.1}$
					0.3019

Gemiddeld $0.3019 : 3 = 0.1006$

$$\sqrt{0.1006} = 0.317 = \frac{1}{3.2}.$$

11. A. DE G. (25 jaar).

Tabel 51.

Klinische diagnose: catarrh van de Eustachiaansche buis.
Chronische middenoorontsteking.

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddeld.	Galvan. uitsl.	Gemiddeld.	Galvan. uitsl.	
Linker oor. m.versterking.					
aa	337.5	6.1625	99	160	$0.0385 = \frac{1}{26}$
oo	236.5	20.075	80	235	$0.0854 = \frac{1}{11.7}$
ee	245	18.35	64.5	383.75	$0.0478 = \frac{1}{20.9}$
ie	107	134.5	36	1080	$0.1245 = \frac{1}{8}$
oe	136.5	67	44	840	$0.0798 = \frac{1}{12.5}$
					0.3760

Gemiddeld $0.3760 : 5 = 0.0752$

$$\sqrt{0.0752} = 0.274 = \frac{1}{3.6}$$

A. DE G. (25 jaar).

Klinische diagnose: dezelfde als vorig geval, nadat patient een week lang met lucht inblazing behandeld is. De index is iets grooter geworden en thans normaal. Ook subjectief was er beterschap.

	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddeld.	Galvan. uitsl.	Gemiddeld.	Galvan. uitsl.	
Linker oor.					
aa	365.5	4.9625	175	32.8	$0.1513 = \frac{1}{6.6}$
oo	285	11.5	128	75.5	$0.1523 = \frac{1}{6.56}$
ee	283	11.2	104.5	142	$0.0789 = \frac{1}{12.7}$
oe	232.5	20.9	84	219	$0.0954 = \frac{1}{10.5}$
ie	190.5	29.6	67	350	$0.0846 = \frac{1}{11.8}$
					0.5625

Gemiddeld $0.5625 : 5 = 0.1125$

$$\sqrt{0.1125} = 0.335 = \frac{1}{3} \text{ ruim.}$$

12. Mej. A. W. (18 jaar). Tabel 52.

Klinische diagnose: middenoordoofheid (?).					
	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddeld.	Galvano- meteruitslag.	Gemiddeld.	Galvano- meteruitslag.	
Met versterking.					
Linker oor.					
aa	103	147	51	645	$0.2279 = \frac{1}{4.4}$
oo	75.7	265	30.7	1320	$0.2008 = \frac{1}{5}$
ee	78	247.5	40.7	940	$0.2612 = \frac{1}{3.8}$
boer	64.3	385.83	20	2560	$0.1507 = \frac{1}{6.6}$
bier	51.7	628.33	20	2560	$0.2454 = \frac{1}{4.1}$
					1.0860

Gemiddeld $1.0860 : 5 = 0.2172$

$$\sqrt{0.2172} = 0.467 = \frac{1}{2.1}$$

13. A. S. R. (60 jaar).

Tabel 53.

Klinische diagnose: Rechts binnenoordeofheid.					
	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddeld.	Galvan. uitsl.	Gemiddeld.	Galvan. uitsl.	
aa	197.5	27.95	95	176	$0.1588 = \frac{1}{6.3}$
oo	188.5	29.95	80.7	232.3	$0.1289 = \frac{1}{7.8}$
ee	157.5	46.8	52.5	610	$0.0767 = \frac{1}{13}$
boer	129.7	73.83	46	785	$0.0941 = \frac{1}{10.6}$
bier	123.5	83	33	1205	$0.0689 = \frac{1}{14.5}$
					0.5274

Gemiddeld $0.5274 : 5 = 0.1055$

$$\sqrt{0.1055} = 0.325 = \frac{1}{3.1}$$

Tabel 54.

14. A. S. R. (dezelfde patient als 13).

Klinische diagnose: Links middenoordeofheid.					
	Conversatiespraak.		Fluisterspraak.		Index vocalis.
	Gemiddeld.	Galvan. uitsl.	Gemiddeld.	Galvan. uitsl.	
aa	326.5	6.825	153	50.5	$0.1352 = \frac{1}{7.4}$
oo	310.5	7.8375	117	104	$0.0754 = \frac{1}{13.3}$
ee	218	23.8	79	242.5	$0.0981 = \frac{1}{10.2}$
boer	182.5	31.2	83	224	$0.1393 = \frac{1}{7.2}$
bier	123	84.5	69	325	$0.2600 = \frac{1}{3.8}$
					0.7080

Gemiddeld $0.7080 : 5 = 0.1416$

$$\sqrt{0.1416} = 0.376 = \frac{1}{2.7}$$

Zooals men ziet, zijn er verschillende soorten doofheid onderzocht. En ook gradueele verschillen, van een heele lichte doofheid, tot patienten, die alleen op zeer luide conversatie reageerden en waarvoor ik een tweelamps versterker moest inschakelen.

Toch is de index vocalis niet zoo erg veranderd en om na te gaan of er ook een bepaalde regelmaat te ontdekken is, heb ik de indeeling van Dr. JULIUS VEIS (4) gevolgd.

Deze heeft n.l. geconcludeerd dat patienten met otosklerose en vele gevallen van genezen middenoorontsteking, de conversatiespraak niet veel verder hooren dan de fluisterspraak. Met andere woorden de index vocalis grooter wordt.

Gemakshalve wil ik dit groep I noemen, ter onderscheiding van groep II, waaronder VEIS samenvat nerveuze doofheid en exsudatieve middenoorprocessen. Hierbij wordt de conversatiespraak in verhouding veel beter verstaan dan de fluisterspraak, dus de index vocalis wordt kleiner.

Ik rangschik nu de patienten naar de klinische diagnose onder een van de groepen en neem dan het gemiddelde. Tot mijn spijt heb ik geen otosklerose kunnen onderzoeken.

Patient 1. met een cerumenprop heb ik niet onder kunnen brengen.

Bij de middenoordoofheid is de indeeling moeilijk. De processen waarbij wat exsudaat was heb ik in groep II en de afgeloopen processen in groep I gerangschikt.

Tabel 55.

Indeeling van patienten volgens Dr. JULIUS VEIS met hun Index vocalis.

Patient.	Klinische diagnose.	Groep I.	Groep II.
1.	Cerumen prop		
2.	Chronische middenoordoofheid, met beginnende labyrinthdegeneratie .	$0.36 = \frac{1}{2.8}$	
3.	Middenoordoofheid, met verdikte trommelvliezen.	$0.26 = \frac{1}{3.9}$	
4.	Presbyakusis		$0.258 = \frac{1}{3.9}$
5.	Labyrinthdoofheid		$0.227 = \frac{1}{4.4}$
6.	Otitis media acuta		$0.192 = \frac{1}{5.2}$
7.	Presbyakusis		$0.155 = \frac{1}{6.5}$
8.	Middenoordoofheid, met beginnende labyrinth degeneratie (?) . . .	$0.269 = \frac{1}{3.9}$	
9.	Binnenoordeofheid		$0.175 = \frac{1}{5.7}$
10.	Chronische middenoordoofheid . .	$0.317 = \frac{1}{3.2}$	
11.	Chronische middenoorontsteking. Catarrh van de Eustachiaansche buis		$0.274 = \frac{1}{3.6}$
12.	Middenoordoofheid	$0.467 = \frac{1}{2.1}$	
13.	Binnenoordeofheid		$0.325 = \frac{1}{3.1}$
14.	Middenoordoofheid	$0.376 = \frac{1}{2.7}$	
		$2.049 : 6 =$	$1.606 : 7 =$
	Gemiddeld . .	$0.3415 = \frac{1}{2.9}$	$0.2294 = \frac{1}{4.36}$

De door mij onderzochte patienten geven waarden, die de waarneming van VEIS dus wel bevestigen. Het zou interessant zijn een belangrijk aantal patienten, met duidelijke diagnose te onderzoeken en te zien, of er werkelijk uit de grootte van den Index vocalis, conclusies over den zetel, of de aard der aandoening te trekken zijn.

VEIS heeft nog een verklaring trachten te geven voor de door hem gevonden verschillen, n.l. bij binnenoordeofheid zou de fluisterspraak relatief slechter verstaan worden dan de conversatiespraak, doordat de fluisterspraak hooger formanten zou hebben.

Op blz. 23 heb ik reeds gewezen op het onhoudbare van deze verklaringswijze.

Verder heeft VEIS door de behandeling met luchtinblazingen, verbetering van den Index vocalis gevonden.

Een van de door mij onderzochte patienten, n°. 11, is ook inderdaad door de luchtinblazingen met een catheter zooveel verbeterd, dat de Index vocalis normaal werd. Subjectief kon patient ook een belangrijke toename van zijn gehoor waarnemen.

Graag had ik deze onderzoekingen nog uitgebreid, te meer waar mij in de Otologische Kliniek in Groningen veel materiaal en een nooit hoog genoeg te schatten gastvrijheid en hulp ten deel viel.

Doch omstandigheden hebben mij dat onmogelijk gemaakt. Misschien dat een ander naar aanleiding van dit proefschrift, nog eens zijn tijd en krachten er aan wil wijden.

HOOFDSTUK III.

Samenvatting en beschouwingen.

Uit voorgaande proeven, meen ik in tegenstelling met het beweren van POLITZER (XXVIII) te mogen besluiten, dat er een Index vocalis bestaat, m. a. w. dat er tusschen fluisterspraak en conversatiespraak een bepaalde verhouding is, bij onderzoek van normale ooren. Deze zal niet voor elke persoon gelijk zijn en ook afhangen van den onderzoeker, immers de een zal anders fluisteren en met de conversatiestem spreken dan de ander. Ook in verschillende landen zal de I. v. niet gelijk zijn; de Duitscher zal wel andere cijfers vertoonen als een bewoner van de Britsche eilanden.

Verder is de Index vocalis voor alle klanken verschillend en wordt grooter d. w. z. meer naderende tot 1 naarmate de formanten der gebruikte klinkers of woorden hooger worden. Dat hier een zekere wetmatigheid heerscht, is uit mijn onderzoek gebleken. Hierop kom ik zoo dadelijk terug.

Ook het lawaai van de omgeving heeft invloed op den Index en wel in dien zin dat de Index vocalis kleiner wordt naarmate het gedruisch sterker is.

Een verklaring hiervoor lijkt mij, dat de fluisterspraak dan relatief slechter te verstaan is dan de conversatiestem en m. i. hoeft het gedruisch niet zoo buitengewoon sterk te worden, om de fluisterspraak onverstaanbaar en dus de index vocalis oneindig klein te doen worden.

Het zou interressant en stellig van belang zijn, na te gaan hoe de index vocalis in het dagelijksch leven is.

De theoretische index vocalis nu, is die index vocalis, waarbij storenden invloeden van gedruischen afwezig zijn, waarbij bij proeven in de buitenlucht met de afstandwet rekening ge-

houden wordt. Bij de proeven met het telefoon-microfoon toestel heeft men slechts de verhoudingsgetallen der gebruikte intensiteiten op elkaar te deelen, om dezen theoretischen I. v. te krijgen.

Naar aanleiding van mijn proeven met het telefoon-microphoontoestel, meen ik die te mogen stellen op $\frac{1}{9.6}$.

Nemen we n.l. de getallen van de tabel 36 dan verkrijgen wij voor

oe	0.0911
oo	0.1176
ie	0.0841
ee	0.0775
aa	0.1488
	0.5191

$$0.5191 : 5 = 0.104 = \frac{1}{9.6}.$$

Wanneer ik aanneem, dat het mogelijk was deze proeven te doen, zóó dat er absoluut geen geluiden van buiten tot onderzoeker en proefpersoon doordringen, en in de telefoon geen geruischen waren, dan geloof ik dat de theoretische index vocalis ongeveer $\frac{1}{9}$ zou bedragen, misschien nog grooter.

Willen wij dit getal vergelijken, met den praktischen index vocalis van GRADENIGO, waarbij de afstandswet buiten beschouwing gelaten is, dan moeten wij den vierkantswortel daaruit trekken en verkrijgen dan $\frac{1}{3}$ als I. v.

Merkwaardig is nu, dat ik bij één proef buiten, onder ideale omstandigheden (tabel 18) een getal van ongeveer $\frac{1}{3}$ gevonden heb, terwijl overigens de gemiddelde waarde bij de proeven buitenshuis $\frac{1}{4.5}$ bedraagt.

Terwijl ik in het algemeen dus het principe van GRADENIGO kan bevestigen, moet ik toch wijzen op de quantitatieve verschillen met zijn opgaven, die ik toeschrijf aan minder gunstige omstandigheden, waaronder GRADENIGO zijn enkele waarnemingen verrichtte.

Voor de theorie der spraakgeluiden lijken mijn resultaten van belang, daar zij zoo goed passen in de nieuwere gegevens van STUMPF, WAGNER e. a. over de samenstelling der klinkers en medeklinkers. De merkwaardige verandering van den I. v. in de opstijgende reeks oe, oo, ie, ee, aa bij het onderzoek in de open lucht gevonden, is toch geheel in overeenstemming met de gevonden formanthoogten dier klinkers, die, wat de hoofd- en onderformanten betreft, inderdaad in de genoemde volgorde omhoog gaan.

Ook voor de medeklinkers werd een gelijke wetmatigheid gevonden, met de daaraan verbonden verandering der I. v. bij stijgen van de formanthoogte.

Het is jammer, dat het onderzoek met het telefoon-microfoon toestel, door zijne onvolkomenheden, geen in bijzonderheden vergelijkbare resultaten heeft gegeven met die, gevonden bij het onderzoek in de buitenlucht.

Toch is opvallend de groote overeenstemming in het gemiddelde eindcijfer bij de toestelproeven en bij die onder ideale omstandigheden in de buitenlucht verricht.

Terwijl wij nu voor elken klinker, en voor elke samenvoeging van klinkers een eigen I. v. moeten aannemen, zoo geeft voor de praktijk toch het gevonden algemeen gemiddelde een aanwijzing.

Het getal $\frac{1}{3}$ toch stelt een waarde voor, waaromheen zich de andere groepeeren. Wordt de fluisterspraak op een bepaalden afstand gehoord, dan zal de conversatiespraak op driemaal grooteren afstand gehoord worden, onder ideale omstandigheden van stilte, enz. In het dagelijksche leven echter, wordt aan deze voorwaarden niet voldaan en zal men een kleinere I. v. verkrijgen m. a. w. zal men de conversatiestem verder hooren dan op driemaal de afstand voor de fluisterspraak in geroezemoes bepaald! Hoeveel verder, zal afhangen van de mate van het gedruisch en hiermede zal men bij het onderzoek in de praktijk, rekening moeten houden. In den regel werkt men met niet vergelijkbare grootheden n.l. beoordeelt men de bruikbaarheid van een gehoor, dat dienen

moet in geluidrijke omgeving, door een onderzoek in geluidarm vertrek. Ook hier moet men weer GRADENIGO aanhangen, waar deze onderzoeker den „auditus” wil bepalen onder de natuurlijke omstandigheden van de proefpersoon.

Wil men wat nauwkeuriger waarden vaststellen, dan zal men moeten rekenen met den Index vocalis voor de klinkers afzonderlijk, en dus met de fluisterspraak den afstand moeten bepalen waarop zij nog net gehoord worden. Voor elken klinker moet dan een daarbij behoorend getal ter vermenigvuldiging gebruikt worden.

Mijne resultaten bij de door mij onderzochte patienten doen het vermoeden rijzen, dat ook voor de kliniek de index vocalis bruikbaar is. Echter is het gewenscht dat een veel grooter aantal hardhoorenden van allerlei aard onderzocht wordt, eer een zekere gevolgtrekking te maken is.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR.

1. H. FREY. Wiener Klin. Wochenschrift N^o. 22. Jhrg. 1927. Blz. 717.
2. H. LAMPERT. Die Mängel der bisherigen Hörprüfung mit der Sprache und ein Versuch zur Besserung. Zeitschr. f. Hals-, Nasen- und Ohrenheilk. Bd. V. 1923. Blz. 71.
3. GRADENIGO. Studi e proposte di acumetria, Indice vocalis (Index vocalis) Auditus. Arch. italiano di Otologia V. 23. 1912.
4. J. VEIS. Flüstersprache und Konversationssprache in ihren Beziehung zu einander. Archiv. f. Ohrenheilk. Bd. 90. Blz. 200.
5. A. MICHOTTE. Note sur la mesure de l'énergie acoustique au moyen du miroir de Rayleigh. Archives Néerlandaises de Physiologie de l'homme et des animaux. 1922. Tome VII. Blz. 579.
6. H. FLETCHER. Some new methods and apparatus for testing the acuity of hearing and their relation to the speech and tuning forks methods. The Laryngoscope Vol. XXXV. N^o. 7. 1925. Blz. 501.
7. J. DOWLING and R. L. WEGEL. Value of hearing tests by the audimeter. The Laryngoscope. Vol. XXXV. N^o. 7. 1925.
8. M. A. GOLDSTEIN. The potentialities of the audiometer. The Laryngoscope. Vol. XXXV. N^o. 7. 1925.
9. GRADENIGO. Studien und Vorschläge zur Messung der Hörschärfe. Archiv. f. Ohrenheilk. Bd. 87. 1912. Blz. 123.
10. TRÉTROP. De l'acoumétrie millimétrique. Archiv. internationales de laryng- otol.- et de rhinol. Tome XXVI. 1908. Blz. 156.
11. D. NUSSBAUM. An improved method for testing the hearing with the spoken voice. The Laryngoscope. N^o. 3. 1927. P. 176.

12. A. STEFANINI. Acumetro telefonico a solenoide neutro. Nuovo Cimento Serie V. Vol. X. Aug. 1905.
13. A. STEFANINI. Acumetro a induzione sinusoidale. Nuovo Cimento. Serie VI. Vol. XIX. Pag. 69—75. Febr. 1920.
14. BRÜNINGS. Wissenschaftliche Grundlage der Korrektur der Hörfehler Zeitschr. f. Hals-, Nasen-, Ohrenheilk. Bd. XV. 1926. Blz. 318.
15. GRIESMANN. Die exakte Hörprüfung mit dem Oto-audion. Zeitschr. f. Hals-, Nasen-, Ohrenheilk. Bd. XV. 1926. Blz. 333.
16. ZWAARDEMAKER. Leerboek der Physiologie.
17. MIÉGEVILLE. Zentralbl. f. Hals-, Nasen-Ohrenheilk. 1923. Bd. II.
18. G. CLAUS. Zentralblatt f. Hals-, Nasen-Ohrenheilk. 1924. Bd. IV. Blz. 160.
19. SONNENSCHN. Annals of Otol-rhinol and laryngol. Bd. 33. 1924. Blz. 423—450. Nr. 2.
20. F. BRUCH. Münch. Med. Wochenschr. Jg. 72. Nr. 25. Blz. 186—187. 1925.
21. J. TERNUS. Psychol. Forsch. Bd. 7. H. 3. Blz. 270—272. 1926.
22. JONES AND KUNDSEN. California and Western Med. Bd. 23. Nr. 29. Blz. 1166—1170. 1925.
23. G. M. COATES. Annals of Oto. rhinol. and laryngol. Bd. 33. Nr. 2. 1924. Blz. 649—650.
24. G. PORTMANN. Revue de Laryngol. de otol. et de rhinol. Jg. 45. Nr. 25. Blz. 793—795. 1924.
25. F. W. KRANZ. Arch. of otolaryngol. Bd. 1. Nr. 1. Blz. 79—88. 1925.
26. ZWAARDEMAKER en QUIX. Spraakgehoor. Nederl. Tijdschr. v. Geneesk. 1904. Dl. II. Blz. 550.
27. ZWAARDEMAKER. Over den Index vocalis. Onderzoekingen in het Physiol. Laboratorium te Utrecht. V^e reeks. N^o. 17. 1916.
28. POLITZER. Lehrbuch d. Ohrenheilk. (5^e Aufl. 1908).
29. BUNCH. Journal of Laryngologie. Vol. 41. Blz. 565. 1926.
30. BUNCH. Arch. of otolaryngol. Vol. 3. 1926. Blz. 108.

31. GRIESSMANN. Zeitschr. f. Hals-, Nasen-Ohrenheilk. Bd. XV.
Heft. 2—4. Blz. 333. 1926.
 32. SCHAEFER u. GRUSCHKE. Passow u. Schaefer's Beiträge.
Bd. 16. 1921. Blz. 56.
 33. GRADENIGO. The Laryngoscope. Vol. XXIII. 1913. Blz.
770—778.
 34. DOWNEY. The Laryngoscope. Vol. XXIV. 1914. Blz.
820—825.
 35. C. E. BENJAMINS. Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 1913. Dl. 2.
Blz. 668.
 36. C. E. BENJAMINS. Arch. f. die ges. Physiologie. Bd. 154.
1913. Blz. 515—552.
 37. C. E. BENJAMINS. Archiv. f. die ges. Physiologie. Bd. 155.
1914. Blz. 436—442.
 38. A. STEFANINI. Archiv. Neerlandaises. Tome VII. 1922.
Blz. 64—68.
 39. BR. GRIESSMANN. Passow und Schaefer's Beiträge zur Anat.
u. s. w. Bd. 16. 1921. Blz. 47—56.
 40. F. TRENDELENBURG. Akustik. 1927. Blz. 471.
 41. K. W. WAGNER. Elektrotechnische Zeitschrift. 1924.
Blz. 453.
 42. A. STEFANINI. Nuovo Cimento. Serie VII. Vol. XXVI.
 43. RICHARDSON. Sound 1927.
 44. C. STUMPF. Passow u. Schaefer's Beiträge. Bd. XII. 1919.
Blz. 234.
 45. C. STUMPF. Passow u. Schaefer's Beiträge. Bd. XVII. 1921.
Blz. 151.
 46. C. STUMPF. Sitzungsber. d. preuss. Akad. d. Wissenschaften.
1918. Blz. 333.
-

STELLINGEN.

STELLINGEN.

I.

De variaties in de menschelijke wervelkolom, zijn het resultaat van kiemvarieteiten, die in den eerste kiemaanleg hun oorsprong hebben.

II.

Bij klachten, die wijzen op endometriosis verrichte men laparotomie, in plaats van een conservatieve behandeling toe te passen.

III.

Bij diabetes zijn de geringste verschijnselen van mastoiditis een indicatie voor mastoid operatie.

IV.

De complement bindingsreactie bij gonorrhoe heeft diagnostische waarde.

V.

Het gebruik van cocaine bij de diagnose van oogletsels is niet altijd te ontraden.

VI.

Indien men etterige complicaties van roodvonk met een serum wil behandelen gebruike men een gewoon streptococcen serum en niet het roodvonk serum.

VII.

Bij een ulcus callosum ga men zoo mogelijk tot uitsnijding van de zweer over.

VIII.

De cholecystographie met tetrajoodphenolphtaleine late men bij icterische patienten liever na.

X.

Het schrijven van medische artikelen in de leekenpers is in zijn tegenwoordige uitbreiding voor patienten en medici van nadeel.

Firma. B. CUPERUS Az.
- - - De Bilt. - - -